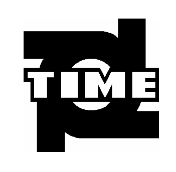
TUD310 超声波探伤仪

使用说明书



北京时代之峰科技有限公司

目　录

第一章 概述

本仪器是一种便携式工业无损探伤仪器，它能够快速便捷、无损伤、精确地进行工件内部多种缺陷（裂纹、夹杂、气孔等）的检测、定位、评估和诊断。既可以用于实验室，也可以用于工程现场。本仪器能够广泛地应用在制造业、钢铁冶金业、金属加工业、化工业等需要缺陷检测和质量控制的领域，也广泛应用于航空航天、铁路交通、锅炉压力容器等领域的在役安全检查与寿命评估。它是无损检测行业的必备仪器。

超声波在被测材料中传播时，可根据材料的缺陷所显示的声学性质对超声波传播的影响来探测其缺陷。根据此原理，利用超声波可以测量各种金属、非金属、复合材料等介质内的裂缝、气孔、夹杂等缺陷信息。



图 1.1　超声探伤基本工作原理

1.1 本说明书的使用

在第一次操作 TUD310 之前，有必要阅读本说明书的第 1、2、3、4 章。这几章说明是仪器操作的必要准备，将描述所有按键和屏幕显示，解释操作原理。按照指引操作，就可以避免因错误操作仪器而导致误差或故障，并可以对仪器的全部功能有一个清晰的概念。

1.2 标准配置及可选件

1.2.1 标准配置

表 1.1 标准配置清单

名　称	数　量
主机	1 台
锂电池	1 组
3A/9V 电源适配器	1 只

名　称	数　量
探头连接电缆	2 条
USB 转换插座	1 个
U 盘	1 只
直探头	Φ20 2.5MHz （一支）
斜探头	8×9K2 5MHz（一支）
耦合剂	1 瓶
产品包装箱	1 个
使用说明书	1 本

1.2.2 可选件

表 1.2 可选件清单

名　称	数　量
USB 转接线	1 条
USB 打印线	1 条
PC 通讯软件	1 套
EPSON C65 打印机	1 台
标准回波探头 BH-50	1 个

第二章 仪器技术参数及性能特点

2.1 测量范围及测量误差

探测范围： 2.5 mm ~9999 mm
增益范围： 0dB ~110 dB
显示延迟： -20μs～+3400μs
探头零点： 0μs～99.99μs
材料声速： 1000 m/s～9999m/s

2.2 使用环境

温度：-20℃~50℃

湿度：20%～90%RH

无强磁场、腐蚀环境

2.3 电源

锂（Li）电池 4×3.6V 单体 2200mAh

2.4 外型尺寸和重量

外型尺寸： 约 240mm×175 mm×85 mm
重量： 约 1.50kg

2.5 性能特点

- 测量显示方式：A 型显示方式、B 型显示方式；
- 探头阻尼通过菜单选择在 50、100、400 之间切换；
- 检波方式有正半波、负半波、全波和射频四种方式可供选择；
- 具有线性抑制功能，最大抑制为屏高的 80%；
- 可以在单探头、双探头及透射三种探伤工作方式之间任意切换；
- 具有闸门设置和报警功能。能够在屏幕上任意设置闸门的位置和宽度，并可以分别设置进波报警与失波报警；

- 具有 32 个独立探伤通道，每个通道单独设置一组探伤参数。
- 具有存储功能，每个通道可以存储 32 幅共 1024 幅 A 扫图形、参数及 DAC 曲线；每个通道可以存储 10 组共 320 组厚度值，每组可存储最多 200 个共 64000 个厚度值；
- 具有存储探伤图形的回放功能，将已存储的 A 扫图形从存储区取出并显示在屏幕上；
- 具有删除功能，将指定的内容（以存储组号表示）从存储区删除；
- 具有回波包络显示功能；
- 支持英语和中文两种语言；
- 两种测量单位：mm/inch；
- 具有角度和 K 值两种输入方式；
- 可以标定生成 DAC 曲线，最多可记录 32 个点，三条附加可调偏置曲线及增益校正功能；
- 具有实时时钟功能；
- 具有探头自动校准（两点校准）功能；
- 具有自动增益功能；
- 具有手动 B 扫描功能；
- 具有波形和探伤参数的冻结和解冻功能；
- 具有菜单参数的加锁/解锁功能；
- 具有声程测量功能；
- 具有实时的电源状态指示功能；
- 具有打印功能，通过 USB 接口的打印机打印厚度报告与波幅曲线；
- 支持 USB1.1 full speed 通讯接口；
- 能够跟 PC 机通讯，可以将测量数据和系统设置参数上传给 PC 机，以便进行进一步处理（如生成探伤报告、打印报告等)；
- 具有 USB Host 通讯接口，可以直接操作 USB 闪盘上的文件，方便数据存取。
- 操作过程可设置蜂鸣器提示音；
- 轻小便捷，易于操作。

第三章 仪器的使用

3.1 仪器概述

3.1.1 仪器各部分名称

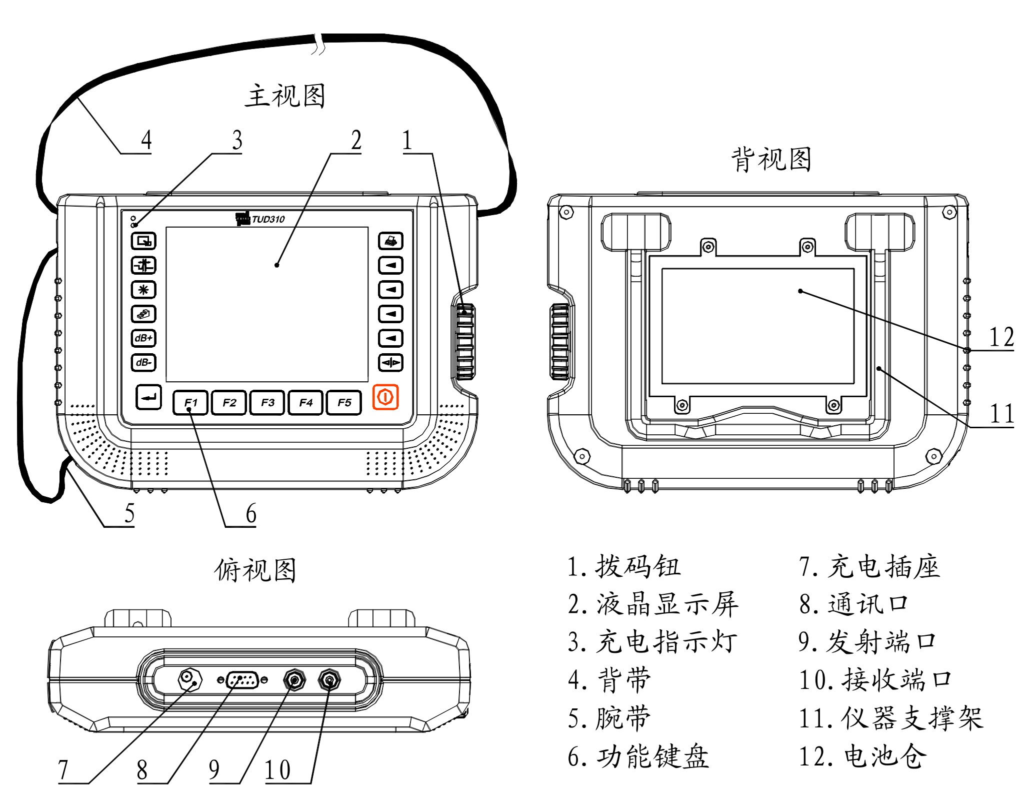


图 3.1 仪器外观图

3.1.2 功能键盘

TUD310 的面板按键以组分类，分别为：功能组选择、菜单选择、特殊功能三大按键组。功能组选择包括六个按键，其中的五个按键：F1、F2、F3、F4、F5 对应显示窗口的五个功能组，通过这五个键可选择相应的功能组，另外的<|>用于功能组翻页；菜单选择的四个按键，即下图所示的 S1、S2、S3、S4，可以完成每个功能组中相对应的四个菜单的选择、粗细调切换、功能确认等；特殊功能组的八个按键：开关机、全屏切换键、展宽键、冻结键、打印键可以快速的启动仪器相应的特殊功能，增益步长键可以选择调节增益的步长，dB+、dB-用于调节增益值，确认键用于同冻结键组合使用。整个面板布局和具体按键如下图所示。操作说明见附录四“操作一览表”。

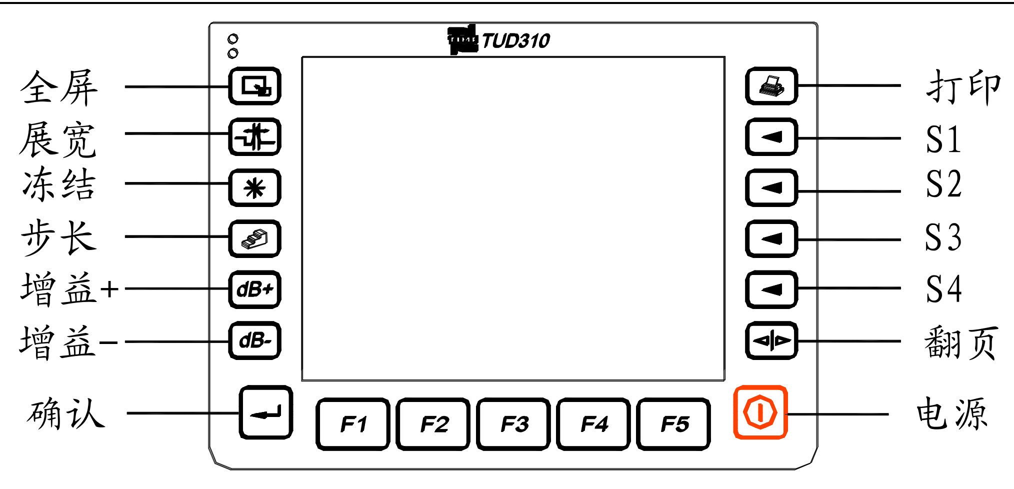


图 3.2 面板

3.1.3 电源使用

TUD310 可以使用外接电源设备(AC.DC 适配器)或电池进行操作。
用电源适配器作为 TUD310 的工作电源时，插上电源适配器后仪器自动检测并切换到适配器电源。
用电池作为 TUD310 的工作电源时，拔下电源适配器后仪器自动检测并切换到电池电源。
在 TUD310 装有电池的情况下，把 TUD310 连接到电源适配器电源供应系统时，可对电池充电。

3.1.3.1 使用交流供电设备供电

连接仪器

通过专用的交流适配器，把 TUD310 连接到交流电源。

注意：如果强行切断仪器电源(切断电池连线或拔出电源插头)，仪器将不能正常关机，正确关断仪器，应按主机开关键。

3.1.3.2 使用电池工作

使用电池供电时，请使用我们建议的电池产品。

放入电池

电池盒在仪器的背部，用螺丝刀打开电池仓盒盖，把电池放入电池仓内，将电池的插头插入电池的插座，盖好电池仓盒盖。

充电指示器

TUD310 状态栏的右端，有电池电量符号：



图 3.3 电池电量足　　图 3.4 电池电量低落　　图 3.5 电池电量不足

如果出现电池电量不足的符号，就应该马上停止探伤工作，更换电池或充电。

说明：　如果需要进行现场测量，请随身带上备用电池。

给锂电池充电

可以使用外部电池充电器给锂电池充电。建议使用 TUD310 仪器标准套中的电源适配器充电。使用该充电器前，请仔细阅读其使用说明。锂电池连续充电时间约需 4～8 小时。充电时充电指示灯亮，充电完成后充电指示灯熄灭。

3.1.4 探头连接

使用 TUD310 检测时，需要连接上合适的探头。只要有适当的电缆线，并且工作频率在适当范围之内，任何我公司生产的探头都适用于 TUD310。TUD310 探头连接器为 BNC。

探头要连接到仪器外壳上方的插口。单探头方式时，两个连接器插口同样适用（内部并联连接）。连接双晶（TR）探头（一个晶片发射，一个晶片接收）或两个探头（一个发射，一个接收）时，要注意把发射探头连接到左边的插口上，把接收探头连接到右边的插口上。如果没有考虑这些因素，可能造成损耗或回波波形紊乱等不利的后果。

3.1.5 仪器启动及关机

a) 准备好待测工件；

b) 将探头电缆线插头插入主机的上方的插座中，旋紧插头；

c) 按 3.1.3 选择好工作电源，按下⊖键，仪器发出短促的“嘀嘀”声后，松开按键手指。仪器自动开机；

d) 程序加载及开机自检；

开机时正常情况下，自动进入上次关机时的状态。仪器参数与上次关机时一致，但上次关机时的波形不显示。

e) 检查电池电压；

说明：　请随时查看显示屏右下角的电源监测图标。有三种状态：

3.3 图，表示电压正常；

3.4 图，表示电压已低落；

3.5 图，表示电压不足，需更换电池，

若电源监测显示电压不足，则在电池电量符号持续闪烁 2 分钟后自动关机。

是否需要校准仪器，如果需要，专业技术人员进行仪器校准（参阅第四章 ）；

f) 测量；

g) 关机；

当开机自检不正常时，可以先行关机再重启动，如果仍然自检不通过，请联系我公司售后服务部门，不要打开机壳自行维修。

3.1.6 屏幕显示说明

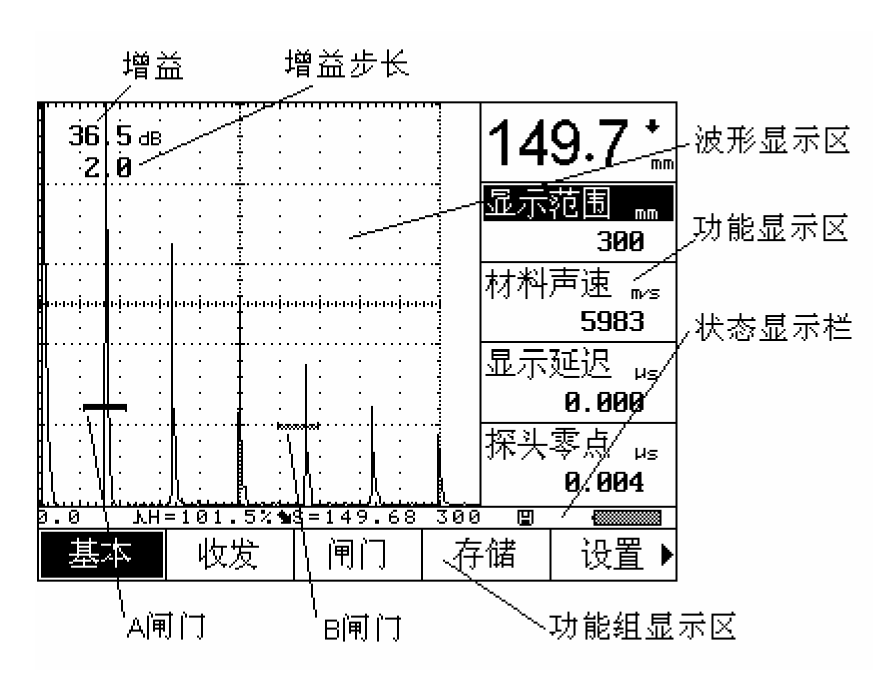


图 3.6 主界面显示说明

3.1.6.1 TUD310 屏幕显示的三种模式，

•正常模式的 A 型扫描

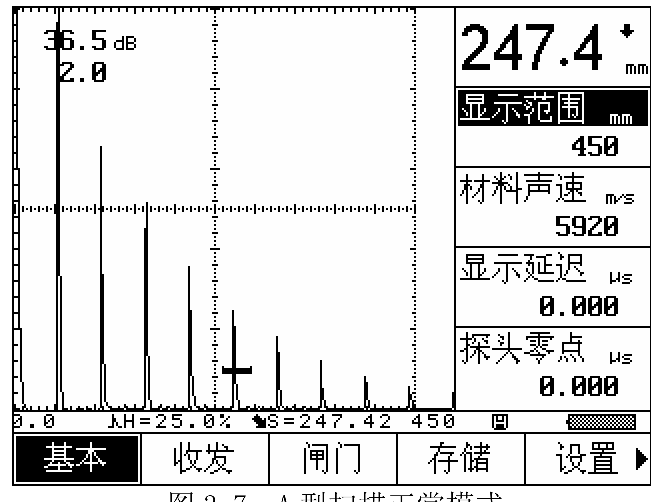


图 3.7 A 型扫描正常模式

- 放大模式的 A 型扫描

可以通过使用 键激活放大模式。增益和选定的 dB 步长值总显示在屏幕上。这时，所有其它功能都被锁定。

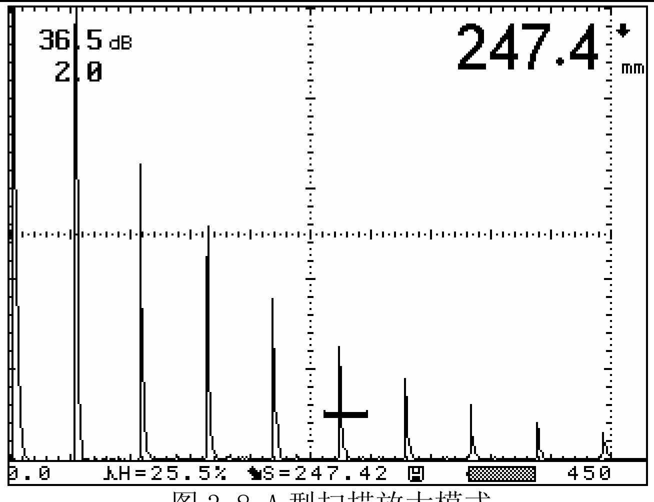


图 3.8 A 型扫描放大模式

- 手动 B 型扫描

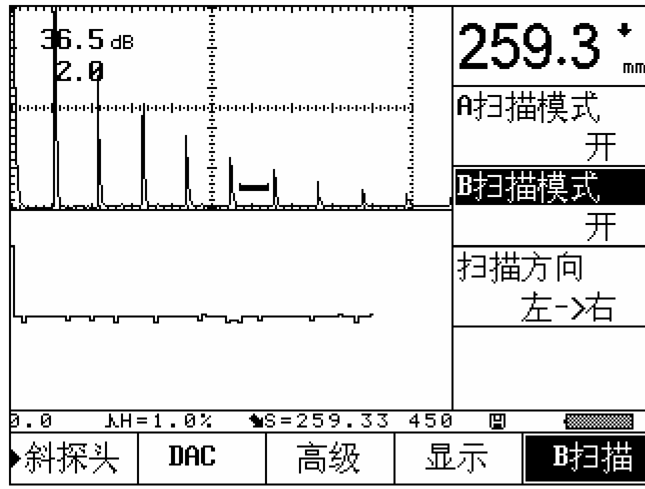


图 3.9 手动 B 扫描模式

- 存储器管理界面

Root: 1/33
STARTUP0.SET *
CHAN-000.SET *
CHAN-001.SET *
CHAN-002.SET *
CHAN-003.SET
CHAN-004.SET
CHAN-005.SET
CHAN-006.SET
CHAN-007.SET
CHAN-008.SET
选择 开
存储位置 本地
格式化 关
SET 236B 1980/00/05
波形 厚度 根目录 退出

图 3.10 存储器管理界面

- DAC 标定

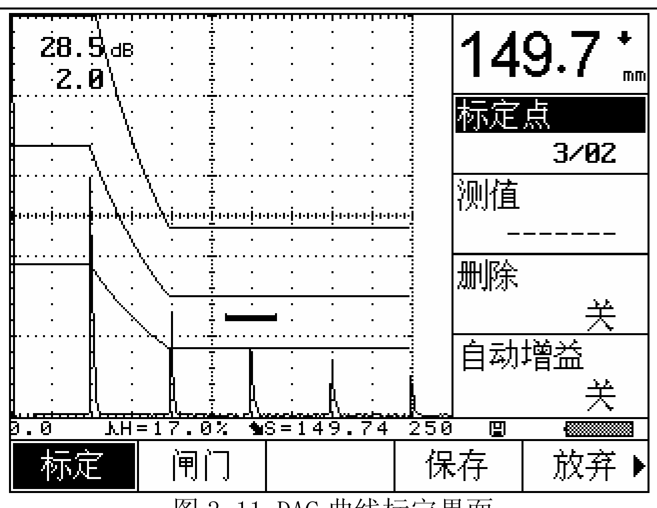


图 3.11 DAC 曲线标定界面

3.1.6.2 功能显示项

功能组的名称显示在屏幕下方。当前选择的功能组被加亮显示，如图 3.9 中左下角黑框所示。同时当前功能组中当前选择的功能菜单也被加亮显示，如图 3.9 右上角黑框所示。在 A 扫放大模式下，功能组显示消失。

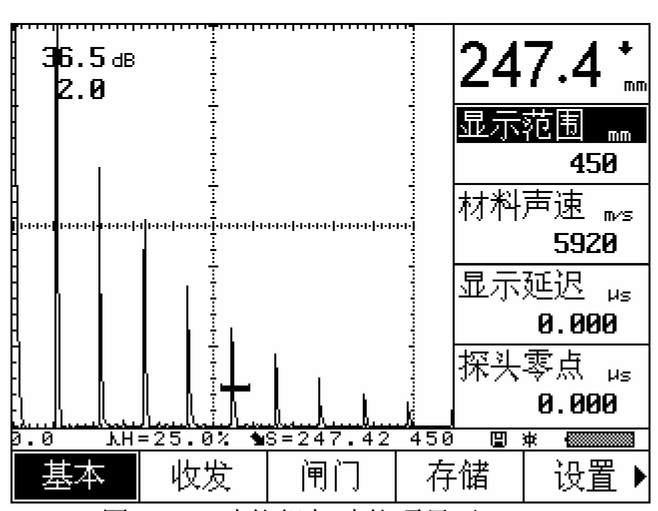


图 3.12　功能组与功能项显示

3.1.6.3 其它显示

状态显示栏的数据和符号显示了部分设置、读数和状态标志。

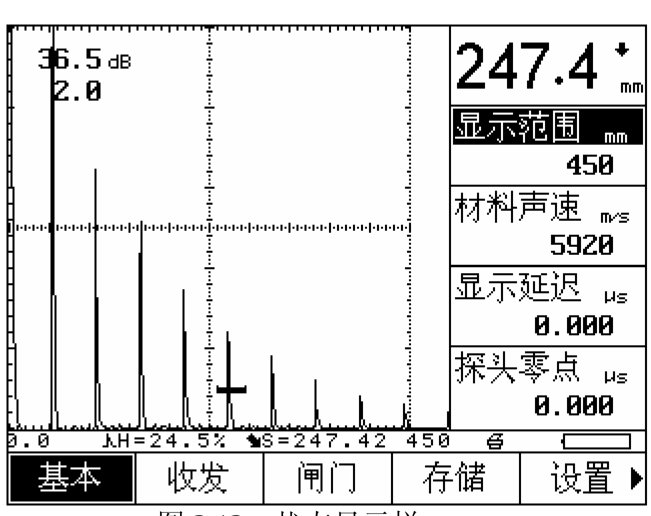


图 3.13　状态显示栏

3.1.6.4 状态显示栏符号的说明

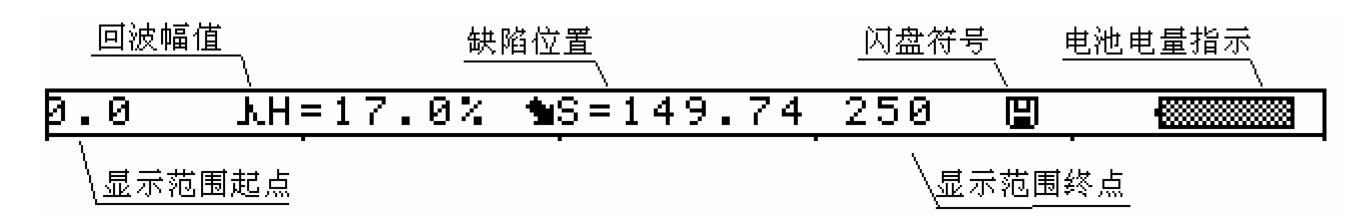


图 3.14　屏幕状态栏说明

上图中，回波幅值 H＝17％，缺陷声程距离＝149.74mm，有 USB 闪盘连接到仪器上，电池电量充足，显示范围起点＝0.0mm，显示范围终点＝250.0mm。

3.2 仪器操作概述

3.2.1 按键功能

TUD310 的功能选择、功能调节按键组的各键组合可以完成仪器功能的选择和功能值的调节，特殊功能键组的各键可以直接启动仪器的特殊功能。以下是对各按键所能完成的功能的详细说明。

F1 键



按 F1 键，选择相应的功能组同时，该功能组内的功能项将在功能显示区显示出来，重复按此键可显示该功能组内的其它功能项。

F2 键



按 F2 键，选择相应的功能组同时，该功能组内的功能项将在功能显示区显示出来，重复按此键可显示该功能组内的其它功能项。

F3 键



按 F3 键，选择相应的功能组同时，该功能组内的功能项将在功能显示区显示出来，重复按此键可显示该功能组内的其它功能项。

F4 键



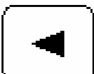
按 F4 键，选择相应的功能组同时，该功能组内的功能项将在功能显示区显示出来，重复按此键可显示该功能组内的其它功能项。

F5 键



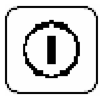
按 F5 键，选择相应的功能组同时，该功能组内的功能项将在功能显示区显示出来，重复按此键可显示该功能组内的其它功能项。

菜单键



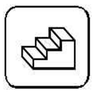
共四个菜单键，每个键对应一个菜单项，其功能是对相应菜单进行选择，重复按此键可实现粗细调切换、功能确认等功能。

开关键



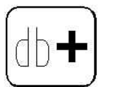
电源开关。

增益步长



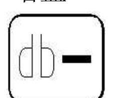
按增益步长键，增益步长会在 12.0dB、6.0dB、2.0dB、1.0dB、0.5dB、0.2dB、0dB 七挡内循环变化，选择合适的增益步长，可以快速地将增益调整到需要的数值。

增益+



按增益+键，增益就会以设定的增益步长增加，增益调整范围是 0dB~110dB。

增益-

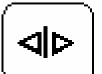


按增益-键，增益就会以设定的增益步长减小，增益调整范围是 0dB~110dB。

确认键

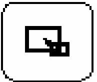


该功能键与冻结键组合使用，实现菜单锁定功能。



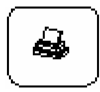
10 个功能组分布在两个功能界面中，翻页键可以使这两页功能组进行切换。

全屏键



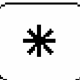
在 A 扫模式下，按全屏键可以切换屏幕的显示方式，可以在正常模式与放大模式间进行切换。

打印键



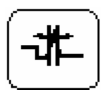
按打印键，可以快速启动打印功能，在有打印机连接的情况下可以打印屏幕显示内容和系统参数。

冻结键



在工作过程中，按冻结键可以将当时屏幕上显示的波形以及数据冻结，再次按下可以解冻。

展宽键



按下展宽键，可以将闸门套住的波形展宽到整个显示区，这样可以观察到波形的细节。

拨轮　　旋转拨轮可以对菜单参数进行调节。

3.2.2 各项功能概述

TUD310 的功能实现分为主界面、存储管理界面、DAC 界面共三个界面，每个界面包括若干个功能组。

主界面包括基础（BASE）、收发（P/R）、闸门（GATE）、存储（MEM）、设置（CFG）、斜探头（ANGLE）、DAC、高级（ADV）、显示（DISP）、B 扫描（B-SCAN）十个功能组，各功能组的功能介绍见下表。

功能组	功能	描述
基本	显示范围、材料声速、显示延迟、探头零点	显示范围所需的最基本的调节项
收发	探头阻尼、检波方式、滤波频带、信号印制、检波基准、探头方式、重复频率、两点校准	发射和接收所需调节项
闸门	闸门选择、闸门其实、闸门宽度、闸门高度、闸门逻辑、探测方式、闸门报警、自动增益	闸门设置相关项
存储	文件、保存、删除、调出、通道选择、通道保存、通道调出、打印报告	数据存储设置
设置	语言、单位、打印机、通讯、网格、亮度、填充、蜂鸣	相关状态的设置
斜探头	探头角度、探头前沿、工件厚度、横波声速、探头 K 值、晶片尺寸	斜探头相关设置
DAC	DAC 显示、判废线、定量线、评定线、增益校正、当量标准、DAC 标定	DAC 曲线标定
高级	年月日、时分秒、AVG 曲线、回波包络	高级选项设置
显示	标度方式、A 显示区、B 显示区、C 显示区	DAC 曲线偏置设置
B 扫描	A 扫描模式、B 扫模式、扫描方向	B 扫描相关设置

DAC 标定界面包括标定（REC）、闸门（GATE）、保存(SAVE)、放弃(EXIT)，各功能组的功能介绍见下表。

功能组	功能	描述
标定	标定点、测值、删除、自动增益	标定点相关项目
闸门	闸门选择、闸门其实、闸门宽度、闸门高度	闸门操作
保存	保存	保存当前操作返回主界面
放弃	放弃	放弃当前操作，返回主界面

存储管理界面包括波形（WAVE）、厚度（THICK）、根目录(ROOT)、退出(EXIT)四个功能组，各功能组的功能介绍见下表。

功能组	功能	描述
波形	选择、新建、删除	对波形文件操作
厚度	选择、新建、删除、打印	对厚度文件操作
根目录	选择、存储位置、格式化	存储器管理功能
退出	退出	

其它特殊功能可通过特殊功能键来实现。各特殊功能键功能介绍见下表。

特殊功能	功能描述
增益步距	增益步距调节
dB+、dB-	增益值调节
全屏	全屏切换
展宽	闸门内展宽
冻结	波形冻结
打印	打印报告
确认	与冻结键组合使用
翻页	切换功能组

3.2.3 基本操作方法

可以通过<功能键>完成功能组的选择；通过<菜单键>完成具体某一功能菜单的选择；此时通过拨轮即可改变此功能菜单的参数。

3.2.3.1 功能选择

波形显示区下方显示的是 5 个功能组，可以使用<功能键>直接选择，选定的功能组名被加亮显示。相应的 4 个功能菜单项显示于功能显示区。可以使用<菜单键>来选择功能项。

3.2.3.2 功能确认

部分功能菜单是需要确认才能继续操作的，此时按其对应的<菜单键>即可确认继续操作，或者按其它<菜单键>取消该操作。

3.2.3.3 功能的粗调和细调

部分参数调节可在粗调和细调之间选择。在切换到相应功能项时，再次按下对应的<菜单键>就可以在这两种调节模式之间切换。细调以功能项前面的“*”作为标识。
下列为可选择粗调和细调的功能项

功能组	功能项
基本	显示范围、材料声速、显示延迟、探头零点
收发	重复频率
闸门	闸门起始、闸门宽度、闸门高度
斜探头	探头角度、探头前沿、工具厚度、横波声速、探头 K 值、晶片尺寸
DAC	判废线、定量线、评定线、增益校正

3.2.3.4 功能操作举例：

假设当前选择的是基本（BASE）功能组中显示范围功能（RANGE）调节，如果想选择收发功能组的检波方式，如何操作呢？

先通过功能键<F2>选择收发功能组。由于该功能组下面包含 8 个功能项，功能显示区只能显示 4 项，其余 4 项需要切换才能显示，所以若此时功能显示区已经显示检波方式，那么可以按第二个菜单键选择检波方式功能菜单，到此就完成了操作；若功能显示区未显示检波方式功能项，那么需要再按一次<F2>键才能显示出检波方式功能项。

3.2.4 重要基本设置

3.2.4.1 语言选择

设定仪器显示所用语言类型。

选项：中文、英语

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择语言功能菜单，然后用拨轮设定语言类型。

3.2.4.2 单位选择

设定仪器探伤参数单位，若选择 mm，则采用公制；若选择 inch，则采用英制。

选项：mm、inch

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择单位功能菜单，然后用拨轮设定参数单位。

3.2.4.3 设置显示亮度

可以通过功能项亮度(功能组设置)选择显示屏背景光的强度，分为四档。

说明：　背光越亮，电池的工作时间会相应的缩短。因此，根据探伤现场的实际情况尽可能的将背光亮度的等级调节到最低。

操作:

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择亮度功能菜单，然后用拨轮设定背景光亮度的强度等级。

3.2.4.4 设置坐标网格

可以通过功能项网格(功能组设置)选择坐标网格的显示方式，共有四种。

说明：　根据用户喜好选择合适的坐标网格显示方式。

操作:

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择网格功能菜单，然后用拨轮设定坐标网格的显示方式。

3.2.4.5 设置 A 扫模式

A 扫可以设置成正常和放大模式，正常模式下可以显示出功能组和功能项、状态栏，而放大模式下，只显示测量区域回波以及状态栏，这有利于观察波形和测量值。在探伤工作中，一般是设置成正常模式，当探明缺陷时，改为放大模式观察。可以利用全屏按键实现放大模式和正常模式的切换。

3.2.5 探伤工作前基本设置

3.2.5.1 基本组基本设置

在探伤工作开始之前，必须设置好基本组中的显示范围、材料声速、显示延迟、探头零点，以适应相应探伤工作的需要，具体的设置方法见 3.4 节基本组功能调节。

3.2.5.2 收发组基本设置

在探伤工作开始之前，有必要设置收发组中的探头阻尼、检波方式、滤波频带、信号抑制、检波基准、探头方式选择，以适应不同的探伤工作需要，具体的设置方法见 3.5 节收发组功能调节。

3.3 功能组概述

功能组	功能描述
基本	屏幕显示所必须的基本调节项目
收发	用于调节脉冲发生器以及自动校准探头
闸门	设置(双)闸门的所有功能都列在这一组中
存储	用于保存、删除、调出以及管理数据文件
设置	用于与测量相关的功能设置
斜探头	用于斜探头测量时的相应设置和操作
DAC	用于标定、设置 DAC 曲线
高级	用于仪器系统时间管理以及特殊功能的实现
显示	用于定制标度显示方式，以及定制 A、B、C 三个显示区的显示项目
B 扫描	用于设置 B 扫描相关的参数

3.4 基本组功能调节

基本功能组可以调节设定显示范围相关的功能项，包括显示范围、材料声速、显示延迟、探头零点。探伤过程中，屏幕显示的范围是与工件材料和探头性质相关的。工件材料影响超声波的传播速率，探头固有性质决定着探头零点。

说明：　为了准确设定超声波在工件中的声速和探头零点，请务必参阅第四章 仪器的校准。

3.4.1 显示范围（RANGE）

设定探伤中屏幕显示的测量范围，即观察窗口的大小。

范围：2.5mm～9999mm

若当前选择的是显示范围功能菜单，则通过按相应菜单键可以在粗调、细调方式间切换。

粗调：2.5mm、5mm 、10mm、 20mm 、30mm 、40mm 、50mm、60mm、70mm、80mm、90mm、 100mm、150mm、200mm、250mm、300mm、350mm、400mm、450mm、500mm、600mm、700mm、800mm、900mm、1000mm、2000mm、3000mm、4000mm、5000mm、6000mm、7000mm、8000mm、9000、9999mm。

细调： 1mm

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F1>选择基本功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择显示范围功能菜单，然后用拨轮来调节显示范围参数即声程值。
- 利用同一个菜单键来切换粗、细调节方式。

3.4.2 材料声速（MTLVEL）

可以设定超声波在被测工件中传播的速率。

范围：1000m/s～9999m/s 或 0.0394in/µs～0.3937in/µs

若当前选择的是材料声速功能菜单，则通过按相应菜单键可以在粗调、细调方式间切换。

粗调：

2260m/s	0.089 in /µs	铜中横波声速
2730m/s	0.107 in /µs	有机玻璃中纵波声速
3080m/s	0.121 in /µs	铝中横波声速
3230m/s	0.127 in /µs	钢中横波声速
4700m/s	0.185 in /µs	铜中纵波声速
5920m/s	0.233 in /µs	钢中纵波声速
6300m/s	0.248 in /µs	铝中纵波声速

细调：步长为 1m/s 或 0.001in/µs

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F1>选择基本功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择材料声速功能菜单，然后用拨轮来调节声速参数。
- 利用同一个菜单键来切换粗、细调节方式。

说明：请务必保证声速值的正确性，因为仪器状态行所显示的部分测量结果都是基于此声速值计算得到。

3.4.3 显示延迟（D-DELAY）

可以设定探伤过程中显示延迟。改变显示延迟可以调整波形起始位置。这样可以调整观察窗口的起点，使其位于被测工件的表面或者是工件内部的某一起始面。如果观察窗口必须从被测工件的表面开始，那么显示延迟必须设置为 0。

范围：－20µs～3400µs

步长：图形显示区一个象素单位所对应的时间长度

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F1>选择基本功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择显示延迟功能菜单，然后用拨轮来调节显示延迟参数。
- 利用同一个菜单键来切换粗、细调节方式。

3.4.4 探头零点（P-DELAY）

可以设定探伤过程中的探头零点。必须用探头零点延迟来补偿探头由于声束从换能器到被测工件这段声程所产生的延时。

范围：0µs～99.99µs

步长：粗调：1µs；细调 0.0125µs

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F1>选择基本功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择探头零点功能菜单，然后用拨轮来调节探头零点引起的延时值。

说明：　如果 P 延时未知，请务必参阅第四章仪器的校准。

3.5 收发组功能调节

该功能组可以调节设定与超声发射、接收相关的功能项，包括探头阻尼、检波方式、滤波频带、信号抑制、检波基准、探头方式、重复频率、两点校准。

3.5.1 探头阻尼

探头阻尼用来匹配超声探头，通过调节阻尼来适应被测材料的声阻抗，从而改善回波显示的幅度、宽度和分辨力。

选项：50Ω 、100Ω 、400Ω

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择收发功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择探头阻尼功能菜单，然后用拨轮来调节阻尼参数。

3.5.2 检波方式

若选中的是检波方式功能，则可调节检波方式，有四种检波方式可供选择，当 DAC 曲线为开时射频方式无效。

选项： 正半波、负半波、全波、射频方式

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择收发功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择检波方式功能菜单，然后用拨轮来调节检波方式选项。

说明： 当 DAC 显示为开时，射频方式无效。

3.5.3 滤波频带

滤波频带要与所用探头的频率相一致。有三个滤波频带可供选择。(对应-3dB)

选项： 低 (0.2 MHz～1 MHz)

中 (0.5 MHz～4 MHz)

高 (2.0 MHz～10MHz)

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择收发功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择滤波频带功能菜单，然后用拨轮来调节滤波选项。

3.5.4 信号抑制

此功能菜单用来抑制幅度较小的回波，比如要去除被测工件的结构噪声。它是通过设定抑制百分比（即满幅值的百分比）来抑制幅度低于设定值的回波的显示。抑制百分比（即满幅值的百分比）表示最小显示的回波高度。低于此高度的回波幅值将被忽略而记为零幅值。

参数范围：0%~80%

步距：1%

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择收发功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择回波抑制功能菜单，然后用拨轮来设定抑制百分比。

注意：1. 请谨慎使用此功能，以免在抑制噪声的同时使伤波也受到抑制。另外，在一些探伤规范中，此功能是禁用的。

2. 抑制功能不影响射频状态下的波形显示。

3.5.5 检波基准

此功能菜单用来设置检波基准，以调整显示在屏幕上的回波在垂直刻度方向上的位置。通过调节检波基准，可将回波的中线在屏幕中上下移动。其参数表示屏幕上的象素点。

参数范围：-2~2

步距：1

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择收发功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择检波基准功能菜单，然后用拨轮来设定检波基准位置。

3.5.6 探头方式

超声探头工作方式设定。若所用探头是单探头则设为单；若是双晶探头则设为双，若是透射方式检测则设为透射。

选项：单、双、透射

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择收发功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择探头方式功能菜单，然后用拨轮来设定探头方式。

3.5.7 重复频率

设定仪器系统的超声发射重复频率。

参数范围：10～1000Hz

步距：粗调：20；细调：1

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择收发功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择重复频率功能菜单，然后用拨轮来设定探头方式。

3.5.8 两点校准

为了方便操作者校准探头零点及材料声速，仪器提供了两点校准功能，利用此功能可方便的完成探头的校准工作。此外操作者也可以按照本说明书第四章的方法对探头进行校准。

直探头可直接按下面的步骤进行校准，斜探头需先校准探头的前沿和角度后再用此功能校准材料声速和探头零点。

以 TUD310 标配的直探头为例，它是一个频率 2.5MHz，直径 20mm 的单晶探头。校准需要两个和测量物体同材质且厚度已知的试块。最理想的状况是这两个试块的厚度一个低于被测物的最小厚度，另一个高于其最大厚度。

假设以两个厚度分别为 50mm 和 100mm 的试块对该探头进行校准，其步骤如下：

(1) 先初步设定一大概的声速值如 5920m/s，将探头零点值设置为 0.00us；

(2) 调节闸门逻辑为单闸门方式，即闸门逻辑为进波报警或失波报警；

(3) 调节显示范围使得屏幕显示区域能显示 100mm 以上的回波，如 150mm；

(4) 将探头耦合到较薄的试块上（50mm），移动闸门 A 的起点到回波并与之相交；

(5) 选择收发功能组中的两点校准功能菜单，按右边的<菜单键>，此时探头校准菜单内出现一个数字，该数字是当前闸门内的声程值，用拨轮调整该声程值使之与试块上的反射体实际声程相同，即 50mm；

(6) 将探头耦合到较厚的试块上（100mm），移动闸门 A 的起点到回波并与之相交；

(7) 选择收发功能组中的两点校准功能菜单，按<菜单键>，此时探头校准菜单内出现一个数字，该数字是当前闸门内的声程值，用拨轮调整该声程值使之与试块上的反射体实际声程相同，即 100mm；

(8) 再按<菜单键>完成自动校准，此时仪器的材料声速和探头零点将被自动调整为准确数值；

注意： ***1. 在单个已知厚度的试块上也可以使用自动校准功能。操作者可以利用多次回波而无须将探头分别放在厚试块和薄试块上，分别移动闸门 A 到各个回波并输入正确的厚度值即可。***

2. 斜探头校准时输入的数值不是试块的厚度或孔的深度，而是声程，即 S 值。因此为方便输入 S 值，在利用此功能对斜探头进行校准时请使用 CSK-IA 试块的 R100 及 R50 弧面的反射回波。如果没有上述试块或上述试块不适合时，请根据探头角度和深度值计算 S 值。

3.6 闸门组功能调节

关于闸门设置相关项的调节。包括闸门选择、闸门起始、闸门宽度、闸门高度、闸门逻辑、探测方式、闸门报警、自动增益 。

闸门在探伤中的作用：

- 监测被测工件在设定逻辑和范围内是否有缺陷，若有，则报警。

- 测量缺陷回波的位置和大小。

TUD310 具有双闸门功能：闸门 A 和闸门 B。通常只需闸门 A 即可监测工件缺陷信息；双闸门主要是用于多个回波的测量和校准，比如测厚时测量工件表面回波和一次回波的距离。

3.6.1 闸门选择

该功能菜单选择并设定当前闸门。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F3>选择闸门功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择闸门选择功能菜单，然后用拨轮来选择闸门 A 或者闸门 B，选中的闸门被激活并成为当前闸门。只有在闸门逻辑为双闸门时才能切换到闸门 B，否则只出现闸门 A 一个选项。

3.6.2 闸门起始

该功能菜单设定当前闸门的起始位置。

步距：粗调：显示范围的 1/20（相当于 10 个象素）；细调：1/200（相当于 1 个象素）

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F3>选择闸门功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择闸门起始功能菜单，然后用拨轮来调节当前闸门起始位置。

说明：　闸门 B 与闸门 A 相互独立。三个闸门参数：闸门起始、闸门宽度、闸门高度可以分别调节互不干扰。

3.6.3 闸门宽度

该功能菜单设定当前闸门的宽度值。

步距：粗调：显示范围的 1/20（相当于 10 个象素）；细调：1/200（相当于 1 个象素）

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F3>选择闸门功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择闸门宽度功能菜单，然后用拨轮来调节当前闸门的宽度。

3.6.4 闸门高度

设定当前闸门的高度值。参数用百分数表示，即相对满幅值的百分比。

参数范围：2%～90%

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F3>选择闸门功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择闸门高度功能菜单，然后用拨轮来调节当前闸门高度值。

3.6.5 闸门逻辑

闸门逻辑设定，有四个选项：关、进波报警、失波报警、双闸门。其中，双闸门选项时，闸门 A 和闸门 B 的闸门逻辑固定为：闸门 A 为失波报警，闸门 B 为进波报警。

选项： 关：闸门监测功能关闭

进波报警：回波幅值大于闸门预设阈值，则报警，即进波报警

失波报警：回波幅值小于闸门预设阈值，则报警，即失波报警

双闸门：双闸门状态

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F3>选择闸门功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择闸门逻辑功能菜单，然后用拨轮来调节闸门逻辑。

3.6.6 探测方式

选择闸门探测方式，当探测方式为峰值方式时，测量值为闸门内波幅最高的回波数据。在前沿测量方式下，测量数据为闸门内回波的前沿（回波波形曲线的上升线）与闸门相交处数据。因此，选择前沿方式时，对闸门内回波波幅的测量值受到闸门高度的影响。

选项：峰值、前沿

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F3>选择闸门功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择探测方式功能菜单，然后用拨轮来设置探测方式。

3.6.7 闸门报警

闸门报警开、关设定。

根据闸门逻辑的设定，可用于进波报警和失波报警。即若闸门为进波逻辑，则当回波幅值高于闸门阈值（同时设置功能组的蜂鸣功能为开）时蜂鸣器报警；若闸门为失波逻辑，则当回波幅值低于闸门阈值（同时设置功能组的蜂鸣功能为开）时蜂鸣器报警。

选项： 开：报警功能打开

关：报警功能关闭

操作：

- 利用翻页键切换功能页。

- 通过功能键<F3>选择闸门功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择闸门报警功能菜单，然后用拨轮来开关报警功能。

3.6.8 自动增益

自动增益功能是一个快速调节仪器增益（dB）的工具，它可以自动调整仪器的增益值，使得当前闸门内捕捉到的回波峰值达到屏幕高度的 80％。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F3>选择闸门功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择自动增益功能菜单，按相应的<菜单键>或者拨动一次拨轮来打开自动增益功能，仪器自动完成增益设置并关闭自动增益功能。
- 增益自动调整过程中，按相应的<菜单键>可以停止自动增益功能。

3.7 存储组功能调节

用来管理存储器、实现文件的保存、调出等功能。包括文件、保存、删除、调出、通道选择、通道保存、通道调出、打印报告功能菜单。

本仪器共有 32 个参数设置通道，每个通道可存储 32 组共计 1024 组 A 扫波形和探伤参数及 DAC 曲线；每个通道可存储 10 组共计 320 组厚度值（每组可存储 200 个厚度值，320 组可存储 64000 个厚度值）。

注意：　当文件是波形文件时，所存储的数据包括此时的 A 扫波形数据和仪器当前的探伤参数及 DAC 曲线。这意味着当调出一组已存储好的数据时，不仅当前显示波形会变化为所存波形，而且当前仪器探伤参数也会随之变为所存储的参数。

3.7.1 文件

从本地或 U 盘中选择文件并设定为当前文件。当前文件的后缀名称显示于文件名的上方位置，以便于识别当前文件的类型。在 TUD310 中，可以被识别和读写操作的文件分为三种类型：

波形文件：文件名称后缀为“WAV”；

参数文件：文件名称后缀为“SET”；

厚度文件：文件名称后缀为“THK”；

其它后缀名称的文件不可以在本仪器中进行读写操作。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择存储功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择文件功能菜单，然后用拨轮或者按菜单键进入存储管理界面。存储管理界面的相关操作请参考 3.7.9。

说明：　若文件名称前显示“*”时，表示该文件已有数据。

3.7.2 保存

该功能菜单实现波形、厚度以及参数数据存储功能。仪器会自动判断当前文件的类型，并根据文件类型将当前波形数据、参数或者厚度值存储到当前文件中。也就是说，如果当前文件为波形文件（”WAV”后缀），则仪器会自动将当前的仪器参数、当前波形、DAC 曲线（如果 DAC 显示为开）存入当前文件；如果当前文件为参数文件（“SET”后缀），则仪器只会将当前的仪器参数存入文件；如果当前文件为厚度文件（“THK”后缀），则仪器会将当前闸门捕捉的厚度值存入当前文件。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择存储功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择保存功能菜单，然后用拨轮和菜单键来进行存储操作。

3.7.3 删除

删除当前文件中的所有数据。删除成功后该文件名称前“*”消失。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择存储功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择删除功能菜单，然后用拨轮和菜单键来进行删除操作。
- 若当前文件为空文件，用拨轮调节时该功能菜单总是显示关；若当前文件中有数据，则用拨轮调节时就会显示“是/否?”的提示，此时若按对应的菜单键则执行删除数据的操作，若按其它菜单键则删除取消。

3.7.4 调出

实现波形文件和参数文件的数据调出功能，。若当前文件为厚度文件（“THK”后缀），则数据不能调出。读取当前文件中所存储的数据（参数、波形），读取成功后当前波形和探伤参数都会被所存储的波形和探伤参数代替，且波形处于冻结状态。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择存储功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择调出功能菜单，然后用拨轮和菜单键来进行调出操作。
- 若当前文件中无数据，则用拨轮调节时该功能菜单总是显示关；若当文件中有数据，用拨轮调节时就会显示“是/否？”的提示，此时若按对应的菜单键则执行调出操作，若按其它菜单键则取消调出操作。

3.7.5 通道选择

由于在现场探伤时需要对多种工件进行探伤，或者在探伤过程中要更换探头，在这些情况下就需要重新对仪器进行校准，因此为了仪器调校方便，仪器提供了 32 个探伤通道，用户可事先将多种现场需要用到的设置调节好并分别存储到不同的通道中，在现场时就可以直接切换到相应的通道中调用这些设置了。

范围：CHAN-000～CHAN-031

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择存储功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择通道选择功能菜单，然后用拨轮来调节探伤通道。

3.7.6 通道保存

该功能菜单实现探伤通道参数保存。数据被存入到当前通道的参数文件中。如果当前通道为 CHAN-002，则其对应的参数文件为 CHAN-002.SET。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择存储功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择通道保存功能菜单，然后用拨轮和菜单键来进行存储操作。

注意： ***1. 如果该通道中已经存有设置参数，那么通道保存操作将更新原来的设置值。***

2. 通道保存操作并不保存 DAC 设置参数。DAC 设置参数需要通过波形存储方式来保存。

3.7.7 通道调出

实现探伤通道对应参数文件的调出功能，调出成功后当前探伤参数会被所选择通道的探伤参数代替。如果当前通道为 CHAN-002，则其对应的参数文件为 CHAN-002.SET。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择存储功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择通道调出功能菜单，然后用拨轮来进行调出操作。
- 若当前通道无设置参数（即参数文件为空），则当前探伤参数不改变。

注意： ***通道调出操作只调出探伤参数，当前的 DAC 参数随通道参数的调出自动进行切换。如果 DAC 曲线本处于显示状态，而通道参数调出后未出现 DAC 曲线请查看 DAC 菜单中相关的参数设置是否正确。***

3.7.8 打印报告

以当前的系统参数和探伤波形打印探伤报告。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择存储功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择打印报告功能菜单，然后用拨轮和菜单键来进行打印操作。

注意：　1.　打印报告前，打印机必须已经处于连接状态；

***　　　　2.　打印过程中，请勿执行任何按键操作。***

3.7.9 存储管理界面

存储管理界面实现对本地存储空间以及 U 盘文件的管理功能。存储管理界面上各显示区的定义和功能见右图。

当前通道名称显示于屏幕左上角。文件浏览区显示的是当前通道下的文件。

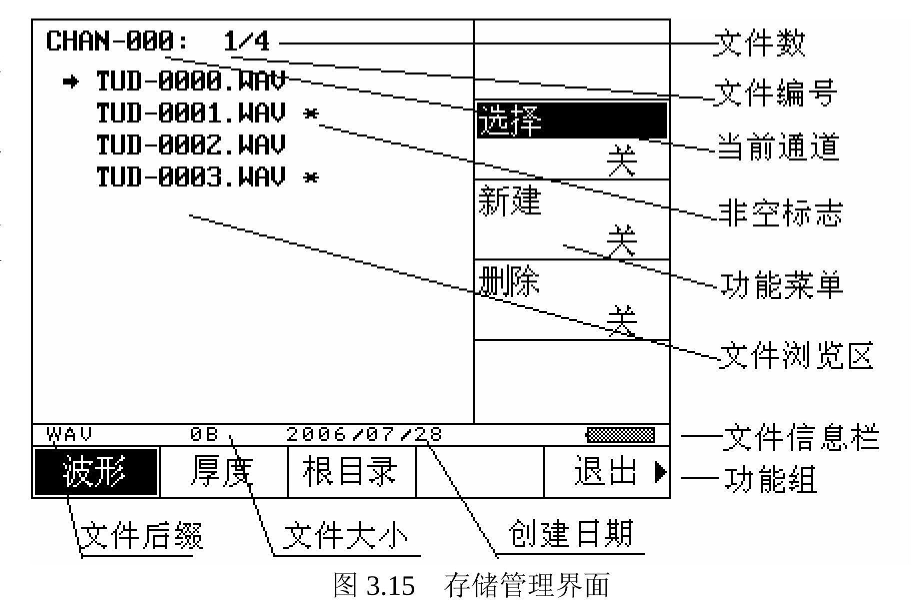


图 3.15　存储管理界面

存储管理界面包括波形（WAVE)、厚度（THICK)、根目录(ROOT)、退出(EXIT)四个功能组，各功能组的功能介绍见下表。

功能组	功能项	描述
波形	选择、新建、删除	对波形文件的管理
厚度	选择、新建、删除、打印	对厚度文件的管理
根目录	选择、存储位置、格式化	存储器管理功能
退出	退出	返回主界面

3.7.9.1 波形功能组

实现对当前通道下波形文件的管理。若当前存储位置为 U 盘，则文件浏览区显示的是 U 盘根目录下的波形文件。

波形功能组包括选择、新建、删除三个功能项。

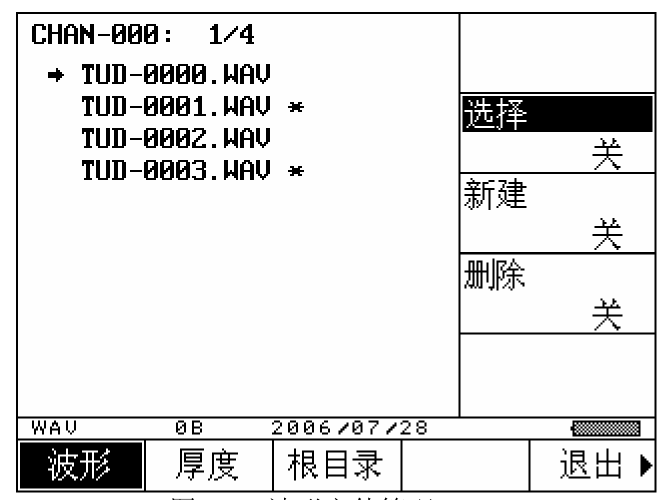


图 3.16 波形文件管理

3.7.9.1.1 选择

设定当前文件名称。

操作：

- 通过功能键<F1>选择波形功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择选择功能菜单
- 用拨轮来改变文件指针，然后按菜单键将文件指针所指向的文件设定为当前文件。同时选择功能菜单下方的值变为“开”。

3.7.9.1.2 新建

新建波形文件。新建的波形文件的名称由系统自动生成，格式为 TUD-00XX.WAV。

范围：每一个通道下的文件数量不大于 32。

操作：

- 通过功能键<F1>选择波形功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择新建功能菜单
- 用拨轮和菜单键完成新建文件的功能操作。

3.7.9.1.3 删除

删除波形文件。

操作：

- 通过功能键<F1>选择波形功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择选择功能菜单
- 用拨轮来改变文件指针，将文件指针指向要删除的文件名称
- 用功能菜单对应的菜单键选择删除功能菜单，用拨轮和菜单键完成删除文件的功能操作。

3.7.9.2 厚度功能组

实现对当前通道下厚度文件的管理。若当前存储位置为 U 盘，则文件浏览区显示的是 U 盘根目录下的厚度文件。

厚度功能组包括选择、新建、删除、打印四个功能项。

3.7.9.2.1 选择

设定当前文件名称。

操作：

- 通过功能键<F1>选择波形功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择选择功能菜单
- 用拨轮来改变文件指针，然后按菜单键将文件指针所指向的文件设定为当前文件。同时选择功能菜单下方的值变为“开”。

3.7.9.2.2 新建

新建厚度文件。新建的厚度文件的名称由系统自动生成，格式为 TUD-00XX.THK。

范围：每一个通道下的文件数量不大于 10。

操作：

- 通过功能键<F1>选择厚度功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择新建功能菜单
- 用拨轮和菜单键完成新建文件的功能操作。

3.7.9.2.3 删除

删除厚度文件。

操作：

- 通过功能键<F1>选择厚度功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择选择功能菜单
- 用拨轮来改变文件指针，将文件指针指向要删除的文件名称
- 用功能菜单对应的菜单键选择删除功能菜单，用拨轮和菜单键完成删除文件的功能操作。

3.7.9.2.4 打印

打印厚度报告。

操作：

- 通过功能键<F1>选择厚度功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择选择功能菜单
- 用拨轮来改变文件指针，将文件指针指向要打印的文件名称
- 用功能菜单对应的菜单键选择打印功能菜单，用拨轮和菜单键完成打印文件的功能操作。

注意： 1. 打印报告前，打印机必须已经处于连接状态；

2. 打印过程中，请勿执行任何按键操作。

3.7.9.3 根目录功能组

实现存储位置的选择、对本地存储器的格式化以及对当前存储器根目录下文件的管理。根目录功能组包括选择、存储位置、格式化三个功能项。

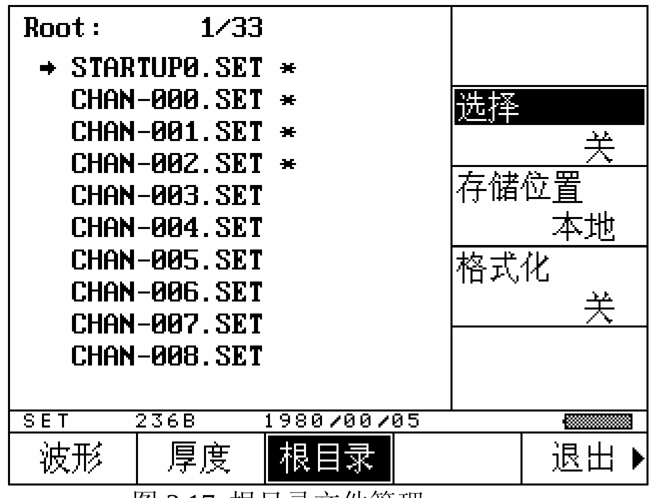


图 3.17 根目录文件管理

3.7.9.3.1 选择

设定当前文件名称。

操作：

- 通过功能键<F1>选择根目录功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择选择功能菜单
- 用拨轮来改变文件指针，然后按菜单键将文件指针所指向的文件设定为当前文件。同时选择功能菜单下方的值变为“开”。

3.7.9.3.2 存储位置

改变存储位置（在本地存储器和 U 盘之间切换）。

范围：本地存储器或者 U 盘。

操作：

- 通过功能键<F1>选择根目录功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择存储位置功能菜单
- 用拨轮来改变存储位置。

注意：若 U 盘未处于准备就绪状态（状态栏上未出现 U 盘图标），则存储位置为本地，并且无法改变。

3.7.9.3.3 格式化

对本地存储器进行格式化操作。格式化操作的目的是清空本地存储器。

操作：

- 通过功能键<F1>选择根目录功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择格式化功能菜单
- 用拨轮和菜单键来执行格式化操作。

注意：1. 格式化操作将会清空仪器内所有的已有存储文件，并且无法恢复，请转移需要保留的文件后再执行该操作。

2.格式化过程（显示“执行..”）中，请勿进行任何其它操作。

3.7.9.4 退出功能键

退出存储器管理操作，并返回到主界面。

操作：

- 按功能键<F5>执行退出功能，并同时返回到主界面。

3.8 设置组功能调节

仪器的网格、亮度、填充、蜂鸣、语言、单位、打印机、通讯的设定都在此组中实现。

3.8.1 网格

设定坐标网格显示方式。

选项：0~3

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择网格功能菜单，然后用拨轮来设定坐标网格显示的方式。

3.8.2 亮度

设定显示屏亮度。

选项：0~3

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择亮度功能菜单，然后用拨轮来调

节亮度值。

3.8.3 填充

实现波形填充状态下的显示。

选项：开、关

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择填充功能菜单，然后用拨轮来设定填充状态。

3.8.4 蜂鸣

设置仪器蜂鸣器的开关。

选项：开、关

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择蜂鸣功能菜单，然后用拨轮来设定蜂鸣器开关。

3.8.5 语言

设定仪器显示所用语言类型。

选项：中文、English

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择语言功能菜单，然后用拨轮来设定语言类型。

3.8.6 单位

设定仪器探伤参数单位，若选择 mm，则采用公制；若选择 inch，则采用英制。

选项：mm、inch

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择单位功能菜单，然后用拨轮来设定参数单位。

3.8.7 打印机

选择打印机进行打印输出。

选项：EPSON（目前支持 C63, C65 型号）

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择打印机功能菜单，然后用拨轮来改变选项。

3.8.8 通讯

选择通讯端口。

选项：USB

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择设置功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择通讯功能菜单，然后用拨轮来改变选项。

3.9 斜探头组功能调节

斜探头功能组用来调节设定斜探头探伤时所需的相关参数。包括探头角度、探头前沿、工件厚度、横波声速、探头 K 值及晶片尺寸。

3.9.1 探头角度

用斜探头进行测量时，为了计算出反射体的位置，需要预先正确输入探头角度。如果要输入探头 K 值，请参考 3.9.5。

范围：0.0°～89.0°

步长：粗调：5°，细调：0.1°

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F1>选择斜探头功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择探头角度功能菜单，然后用拨轮来调节折射角度。

3.9.2 探头前沿

设定探头前沿距离。

范围：0.00mm～50.0mm

步长：粗调：0.1mm；细调：0.01mm

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F1>选择斜探头功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择探头前沿功能菜单，然后用拨轮来调节探头前沿。

3.9.3 工件厚度

设定探伤中被测工件的厚度。

范围：5mm～1000mm

若当前选择的是厚度功能菜单，则通过按对应的菜单键或确认键可以在粗调、细调方式间切换。

步长： 粗调： 5mm（<100 mm）；50mm（>100 mm）

细调： 0.01mm（<100 mm）；0.1mm（>100 mm）

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F1>选择斜探头功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择工件厚度功能菜单，然后用拨轮来调节工件厚度。

3.9.4 横波声速

为了方便斜探头探伤时声速的设定，在斜探头功能组中也有声速设定功能菜单，可以设定斜探头探伤时超声波在被测工件中传播的横波声速，其设置方法请参考 3.4.2 所述内容。

3.9.5 探头 K 值

由于有的探头标称值不是角度值，而是 K 值，为输入方便，本仪器有探头 K 值输入项。折射角度和探头 K 值是同一参数，改变其中一个数值，另一个也随之改变，二者的关系是：探头 K 值=折射角度的正切值。

范围：0.00～57.29

步长：粗调：0.01；细调：1

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F1>选择斜探头功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择探头 K 值功能菜单，然后用拨轮来调节探头 K 值。

3.9.6 晶片尺寸

设定探头晶片尺寸。
范围：1.0～30.0mm
步长：粗调：1mm；细调：0. 1mm。
操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F1>选择斜探头功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择晶片尺寸功能菜单，然后用拨轮来调节探头 K 值。

3.10 DAC 功能组调节

DAC 功能组用来标定 DAC 曲线，并调节设定绘制 DAC 曲线时所需的相关参数。包括 DAC 显示、判废线、定量线、评定线、增益校正、当量标准、DAC 标定开关。

为了适应不同行业中 DAC 曲线的绘制标准，仪器提供了三条可调偏置的 DAC 曲线，分别是 DAC 判废线、DAC 定量线、DAC 评定线。另外为使 DAC 曲线能适应不同的环境条件，还提供了增益补偿功能。三条偏置曲线的偏置值均为相对于母线的，母线是利用标定点的数据信息及超声波在传播过程中的衰减规律绘制而成，根据三条偏置曲线的作用不同它们按照判废、定量、评定的顺序由上到下分布在屏幕上。增益校正主要用于补偿试块与工件表面的差异对超声波传播质量的影响，当增加增益校正值时，三条 DAC 偏置曲线会相应的变低，反之将会变高。

DAC 曲线的作法请参见 4.4。

3.10.1 DAC 显示

实现 DAC 显示开关功能，若打开 DAC，则显示 DAC 曲线。在检波方式为射频时，DAC 曲线无法设为开。
选项：开、关
操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择 DAC 功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择 DAC 显示功能菜单，然后用拨轮来设置 DAC 曲线开关。

3.10.2 判废线

设置 DAC 判废线的偏置值。
参数范围：-50dB～50dB
步长：粗调：1 dB；细调：0.1dB
操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择 DAC 功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择判废线功能菜单，然后用拨轮来设置 DAC 判废曲线的偏置值。

3.10.3 定量线

设置 DAC 定量线的偏置值。
参数范围：-50dB～50dB
步长：粗调：1 dB；细调：0.1dB
操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择 DAC 功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择定量线功能菜单，然后用拨轮来设置 DAC 定量曲线的偏置值。

3.10.4 评定线

该功能菜单用于调整 DAC 偏置曲线中的评定线。
参数范围：-50dB～50dB
步长：粗调：1 dB；细调：0.1dB
操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择 DAC 功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择评定线功能菜单，然后用拨轮来设置 DAC 评定曲线的偏置值。

3.10.5 增益校正

设定 DAC 曲线增益校正值。
参数范围：-50dB～50dB
步长：粗调：1 dB；细调：0.1dB
操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择 DAC 功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择增益校正功能菜单，然后用拨轮来设置对 DAC 曲线的增益校正值。

3.10.6 当量标准

当量标准是指闸门内的缺陷回波的当量值是以哪条曲线为标准，常用“母线”或“定量线”。其中母线是指制作 DAC 的原始标定曲线，另外三条可选的标准为 DAC 偏置曲线。该标准仅在制作成功 DAC

曲线后方才生效。

选项：母线、判废线、定量线、评定线

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择 DAC 功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择定量标准功能菜单，用拨轮来选择计算定量的参考曲线。

3.10.7 DAC 标定

进入 DAC 曲线标定制作界面。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F2>选择 DAC 功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择 DAC 标定功能菜单，再次按菜单键或者用拨轮来选择进入 DAC 曲线标定界面。

3.10.8 DAC 曲线标定界面

DAC 曲线的标定制作在 DAC 曲线标定界面中完成。

该界面包括标定和闸门两个功能组，以及保存和放弃两个快捷功能键。

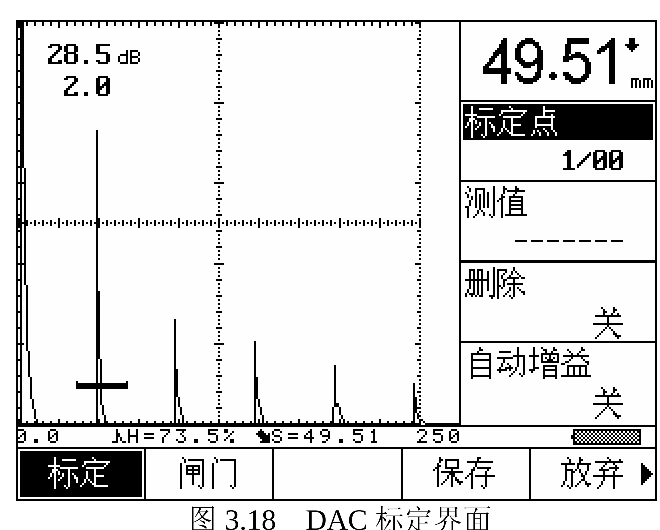


图 3.18 DAC 标定界面

3.10.8.1 标定功能组

标定功能组用于选择标定点、捕获测量值、修正/删除标定点及自动调整增益，包括标定点、测值、删除、自动增益四个功能项。

3.10.8.1.1 标定点

选择当前标定点。显示值的格式为：当前标定点编号/已标定的标定点总数。如 “2/01”表示当前标定点编号为 2，共有一个已标定的标定点。当前标定点的编号最大值为已标定的标定点总数＋1。

范围：1~32

操作：

- 通过功能键<F1>选择标定功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择标定点功能菜单
- 拨动拨轮来选择当前标定点。

3.10.8.1.2 测值

捕捉当前闸门内的回波高度作为当前标定点的测值，并显示该测值。

操作：

- 通过功能键<F1>选择标定功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择测值功能菜单
- 再次按相应的<菜单键>进行回波高度捕捉操作。

测值修正。在制作 DAC 曲线时，如果发现前面标定过的某个标定点由于标定误差较大或标定错误导致曲线绘制不理想，可以选择相应的标定点，并把闸门调节至相应的位置，通过重新捕捉闸门高度来修改该点数据。或者在选择相应的标定点后，用拨轮来调整测值，以修正标定点

注意：1. 当完成 2 个以上标定点后自动绘制 DAC 曲线。最多可设置 32 个标定点。

2. 注意：请沿显示范围由小到大标定数据，即后标定的点要在前一个标定点后面，且其回波高度不应高于前一个标定点

3.10.8.1.3 删除

删除当前标定点。如果在制作 DAC 曲线时发现前面标定过的某个标定点由于标定误差较大或标定错误导致曲线绘制不理想，可以删除相应的标定点

操作：

- 通过功能键<F1>选择标定功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择删除功能菜单
- 拨动一次拨轮来打开删除功能，按相应的<菜单键>确认删除操作，或者按其它的菜单键取消删除操作。

3.10.8.1.4 自动增益

自动调整仪器的增益值，使得当前闸门内捕捉到的回波峰值达到屏幕高度的 80％。

操作：

- 通过功能键<F1>选择标定功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择自动增益功能菜单，按相应的<菜单键>或者拨动一次拨轮来打开自动增益功能，仪器自动完成增益设置并关闭自动增益功能。
- 增益自动调整过程中，按相应的<菜单键>可以停止自动增益功能。

3.10.8.2 闸门功能组

关于闸门设置相关项的调节，以方便 DAC 曲线的标定制作。包括闸门选择、闸门起始、闸门宽度、闸门高度。其操作方法同主界面中闸门功能组中的相应功能项，此处不再赘述。

3.10.8.3 保存功能键

用于保存当前 DAC 标定结果，并退回到主界面。
操作：

- 按功能键<F4>执行保存功能，并同时退回到主界面。

注意：　执行保存操作后，当前 DAC 标定结果只是暂时保存在内存中，如果仪器关机，则当前 DAC 标定结果会丢失。如果要使 DAC 标定结果关机不丢失，则必须要保存到波形文件中（操作方法请参考存储功能组的操作）

3.10.8.4 放弃功能键

放弃并终止当前的 DAC 曲线标定，并退回到主界面。
操作：

- 按功能键<F5>执行放弃功能，并同时退回到主界面。

3.11 高级功能组调节

高级功能组对仪器的系统时间及一些特殊功能进行调节和设置，包括年月日、时分秒、AVG 曲线及回波包络。

3.11.1 年月日

该功能菜单设置仪器的实时时钟，该菜单中年、月、日三个参数调节复用，当选中该功能菜单时，可以通过菜单键来切换参数选择。

此菜单中，日期格式为“年－月－日”。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 利用同一个菜单键来选择切换需要调节的参数。
- 通过功能键<F3>选择高级功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择年月日功能菜单，再多次按该菜单键，使得要改变的参数反亮显示，然后用拨轮来调节该参数。
- 利用同一个菜单键来选择需要调节的参数。

3.11.2 时分秒

该功能菜单设置仪器的实时时钟，该菜单中时、分、秒三个参数调节复用，当选中该功能菜单时，可以通过菜单键来切换参数选择。

此菜单中，日期格式为“时：分：秒”。

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 利用同一个菜单键来选择切换需要调节的参数。
- 通过功能键<F3>选择高级功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择时分秒功能菜单，再多次按该菜单键，使得要改变的参数反亮显示，然后用拨轮来调节该参数。
- 利用同一个菜单键来选择需要调节的参数。

3.11.3AVG 曲线

该功能模块为扩展功能。TUD310 仪器中未包含该功能模块。

3.11.4 回波包络

回波包络功能的作用是当探头在试块上移动时，在横坐标的每个像素线上对回波的峰值点进行捕捉记忆并连成一条包络线，根据包络线的形状用户可方便的找到缺陷的最高波，并可为判断缺陷的性质提供依据。

选项：开、关

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F3>选择高级功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择回波包络功能菜单，然后用拨轮来设置回波包络开关。

3.12 显示功能组调节

3.12.1 标度方式

标度方式是指屏幕波形显示区水平坐标定义方式，包括“声程”、“投影”、“深度”、“比例尺”四种方式可供选择。

选项：声程、投影、深度、比例尺

操作：

- 利用翻页键切换功能页。

- 通过功能键<F4>选择显示功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择标度方式功能菜单，然后用拨轮来选择标度方式。

3.12.2 A 显示区

在显示屏上，有 A、B 和 C 三个显示区（见右图）用于显示仪器测量结果和仪器状态信息。

其中 A 显示区和 B 显示区位于状态显示栏的中部；C 显示区位于显示屏的右上角。这三个显示区可分别独立显示（以百分数表示的闸门内回波）幅度%、（以象素数表示的闸门内回波）幅度、（闸门内回波）声程、（闸门内回波）深度、（闸门内回波水平）投影、（缺陷）当量六个参数。

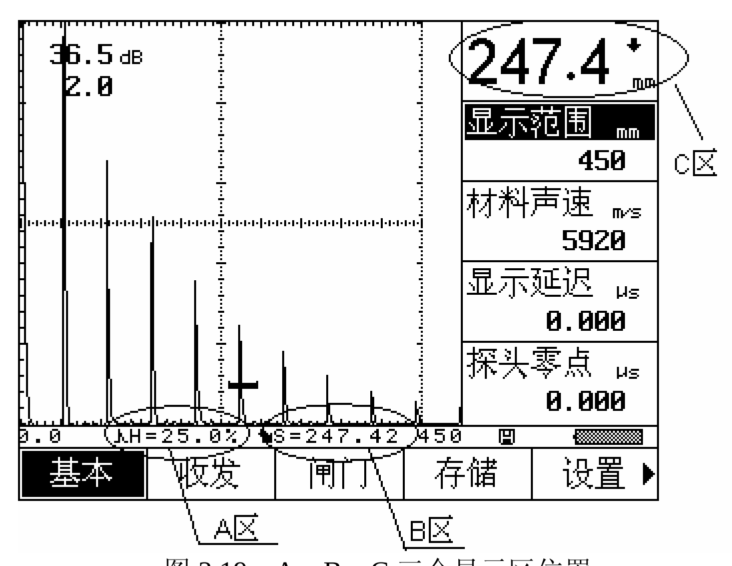


图 3.19　A、B、C 三个显示区位置

参数表示（详见 4.5）：
H：以百分数表示的闸门内回波高度；
h：以象素数表示的闸门内回波高度；
S：闸门内回波声程；
d：闸门内回波垂直深度；
P：闸门内回波水平投影；
SZ：缺陷当量；

该功能项用于选择 A 显示区的内容。
选项：幅度%、幅度、声程、深度、投影、当量 dB
操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择显示功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择 A 显示区功能菜单，然后用拨轮来选择需要显示的测量值。

3.12.3 B 显示区

该功能项用于选择 B 显示区的内容。
选项：幅度%、幅度、声程、深度、投影、当量 dB
操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择显示功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择 B 显示区功能菜单，然后用拨轮来选择需要显示的测量值。

3.12.4 C 显示区

该功能项用于选择 C 显示区的内容。

选项：幅度%、幅度、声程、深度、投影、当量 dB

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F4>选择显示功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择 C 显示区功能菜单，然后用拨轮来选择需要显示的测量值。

3.13 B 扫描功能组调节

B 扫描功能主要用于测试较难测量的区域并显示该区域的剖面图形数据。该图形显示了工件内部缺陷在扫描方向上的分布状态。B 扫描功能组可对 B 扫描功能进行设置，包括 A 扫描模式开关、B 扫描模式开关、扫描方向。

3.13.1 A 扫描模式

设置 A 扫描模式的开、关。打开 A 扫模式时，如果 B 扫描模式已经开启，则屏幕图形显示区在 B 扫描模式的同时将在上半屏显示 A 扫的数据图形，这有利于用户对 A 扫的情况进行观察。

选项：开、关

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择 B 扫描功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择 A 扫描模式功能菜单，然后用拨轮来设置 A 扫描开关。

3.13.2 B 扫模式

设置 B 扫描模式的开、关。打开 B 扫模式时，屏幕图形显示区将切换到 B 扫描模式。当 B 扫描模式开时，全屏键无效。

选项：开、关

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择 B 扫描功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择 B 扫描模式功能菜单，然后用拨轮来设置 B 扫描开关。

3.13.3 扫描方向

扫描方向决定了屏幕上数据更新的方向。选择“左->右”数据图形会从左边开始向右绘制，选择“右->左”数据图形会从右边开始向左绘制。用户可以根据探头的移动方向选择屏幕上图形的绘制方向，以便于对扫描结果进行观察。

选项：左->右、右->左

操作：

- 利用翻页键切换功能页。
- 通过功能键<F5>选择 B 扫描功能组，再用功能菜单对应的菜单键选择扫描方向功能菜单，然后用拨轮来设置 B 扫描数据更新方向。

3.14 特殊功能调节

为了方便用户使用，仪器面板上除了菜单式的功能组选择还有七个使用频率较高的特殊功能键，包括增益步长调节、增益+/-、打印报告、全屏显示、波形冻结、展宽。

3.14.1 增益步长

调节增益步长。

选项：0dB、0.2dB、0.5dB、1.0dB、2.0dB、6.0dB、12.0dB

操作：

- 按增益步长键，增益步长会在选项中循环变化。

3.14.2 增益值

增益步长调节到合适选项时，然后通过增益+/-键就可以设定增益大小。

参数范围：0dB~110dB

操作：

- 按增益+-键，增益就会以当前所设增益步长变化。

3.14.3 打印

打印当前探伤参数和屏幕显示。

操作：

- 按打印键，即可实现打印功能。

3.14.4 全屏

实现波形的全屏显示和正常显示的切换。

操作：

- 按全屏键，即可在全屏和正常显示模式间切换。

注意： 1. 全屏状态下，仪器只有特殊功能可用，其他功能组都失去作用。

2. 在 B 扫模式下全屏模式无效。

3.14.5 冻结

实现波形冻结功能。

操作：

- 按冻结键，即可使波形在冻结和非冻结间切换。
- 在冻结状态下，状态栏出现提示图标*。

3.14.6 展宽

有时候需要了解波形的细节，所以利用展宽键来实现波形的展宽显示。

操作

- 用闸门套住要观察的波形，按展宽键，即可以实现波形的展宽显示。

3.14.7 菜单锁定

为了避免当前探伤参数的错误改动，各功能菜单均可以锁定。

操作

- 选择要锁定的功能菜单
- 同时按下，即可锁定该功能菜单，此时该功能菜单参数不可以改变
- 若要解除锁定，同时按下即可。

第四章 仪器校准与测量

工作开始前，需要根据探头和被测工件的情况来校准仪器的声速、声程以及探头零点，以适应探伤条件。其中，声速和探头零点校准是因为状态行所显示参数的计算都是与声速和探头零点相关，所以在探伤前请务必校准；声程校准是为了使屏幕上显示适当声程范围内的波形，以便更好地判断、评价缺陷。为安全正确的操作仪器，需要超声探伤专业技术人员来校准仪器。

为了更好的说明校准方法和步骤，后面会举例说明。

4.1 直探头校准（单探头）

根据声速和探头零点的已知情况，确定校准步骤。若声速未知，则应先进行声速校准；若声速已知，则跳过声速校准，调节声速为已知声速后用一点法进行探头零点校准。

4.1.1 已知材料声速的校准

步骤：

- 材料声速设置为已知材料声速，
- 把探头耦合到校准试块上，
- 设定闸门逻辑为单闸门方式，即设为进波报警或失波报警逻辑，把闸门套住一次回波，此时声程测量的就是一次回波处的声程，
- 调节探头零点，使得状态行的声程测量值（S）与试块的已知厚度相同，此时所得到的探头零点就是该探头的准确探头零点。

4.1.2 未知材料声速的校准

步骤：

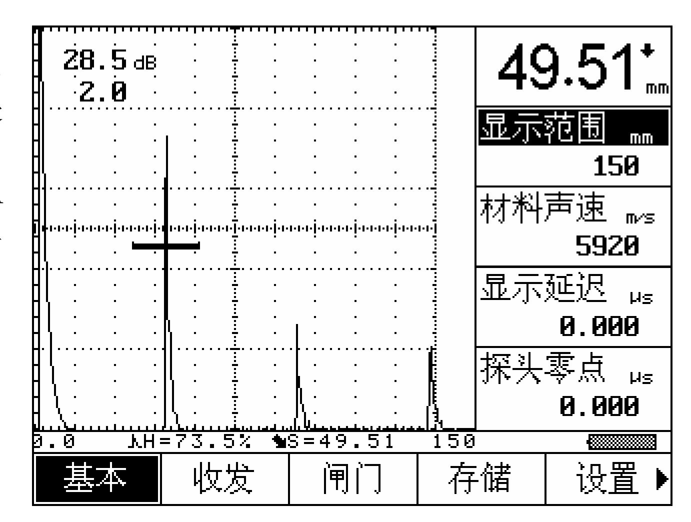
- 先初步设定一大概的声速值；
- 调节闸门逻辑为双闸门方式；
- 将探头耦合到一与被测材料相同且厚度已知的试块上；
- 移动闸门 A 的起点到一次回波并与之相交，调节闸门 A 的高度低于一次回波最高幅值至适当位置，闸门 A 不能与二次回波相交；
- 移动闸门 B 的起点到二次回波并与之相交，调节闸门 B 的高度低于二次回波最高幅值至适当位置，闸门 B 不能与一次回波相交；
- 调节声速，使得状态行显示的声程测量值（S）与试块实际厚度相同，此时，所得到的声速就是这种探伤条件下的准确声速值。
- 设定闸门逻辑为单闸门方式，即设为进波报警或失波报警逻辑，此时声程测量的就是一次回波处的声程；

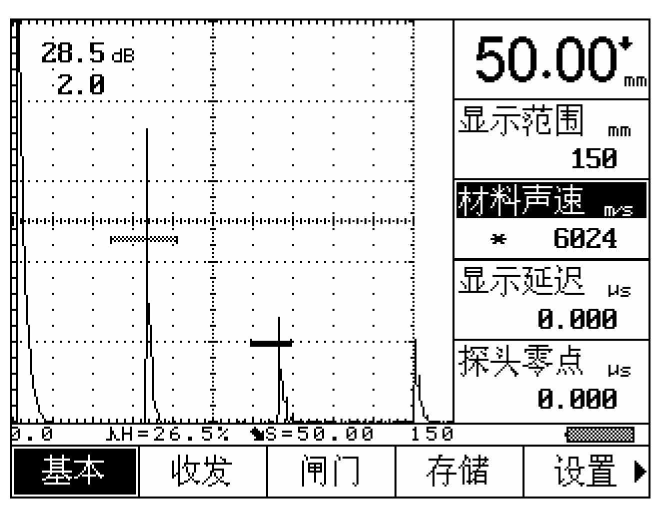
- 调节探头零点，使得状态行的声程测量值（S）与试块的已知厚度相同，此时所得到的探头零点就是该探头的准确探头零点。

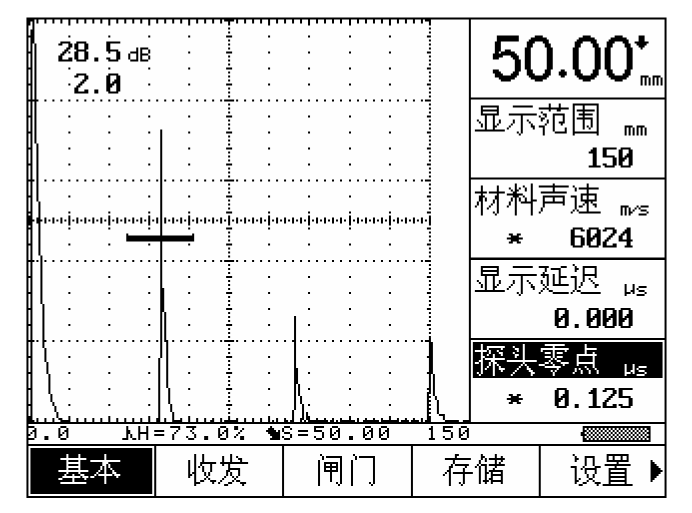
下面以具体例子说明：

材料声速未知，设置接近的材料声速为 5920m/s，设置闸门逻辑为双闸门方式，同时探头零点设置为 0；

将探头耦合到 50mm 的标定试块上，并将闸 A 门调到与一次回波相交的位置，将 B 闸门调到与二次回波相交的位置；







增加声速值，直到一、二次回波间声程显示的值为 50mm，现在便测得了材料的准确声速是 6024m/s；再将闸门设置为单闸门方式，测量一次回波处的声程，连续调节探头零点直到一次回波处测得的声程值为 50mm，现在便测得了探头零点为 0.125us。

4.2 直探头校准（双晶探头）

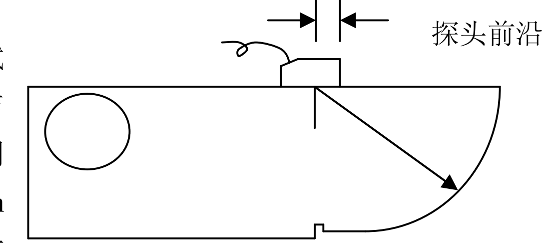
校准步骤：

- 在收发组内设置双探头状态；
- 依照当前测试任务和选用探头设置好声程、收发组各功能项目；
- 将探头耦合到标定试块上，调节基本组中的探头零点直到标定回波接近要求的位置，同时二次回波也在显示范围之内；
- 调节增益值直到幅值最大的回波接近全屏高度；
- 在闸门组内打开双闸门；
- 在设置功能组选择前沿测量方式；
- 移动闸门 A 的起点到一次回波并与之相交，闸门 A 不能与二次回波相交；

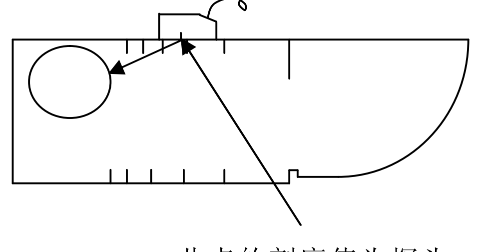
- 移动闸门 B 的起点到二次回波并与之相交，闸门 B 不能与一次回波相交；
- 调整闸门高度，使其位于两个校准回波前沿的相同位置；
- 然后改变声速，直至显示出标定试块的厚度值；
- 设定闸门逻辑为单闸门方式，即设为进波报警或失波报警逻辑，此时声程测量的就是一次回波处的声程；
- 调节探头零点，使得状态行的声程测量值与试块的已知厚度相同。

4.3 斜探头校准

斜探头校准通常需要以下步骤：1、校准入射点（探头前沿）；2、校准探头角度（K 值）；3、校准材料声速；4 校准探头零点。



1、 校准入射点（探头前沿）：用 IIW 试块（又称荷兰试块）或 CSK－IA 试块测斜探头零点，首选将仪器声速调节为 3230m/s，显示范围为 150mm，然后开始测试，用户如图将探头放在试块上并移动，使得 R100mm 的圆弧面的反射体回波达到最高，用直尺量出探头前端面和试块 R100mm 弧圆心距离，此值即为该探头的前沿值，R100mm 弧圆心对应探头上的位置即为探头入射点。



2、 校准探头角度（K 值）：用角度值标定的探头可用 IIW 试块校准，如果是用 K 值标定的探头，可用 CSK－IA 试块校准。这两种试块上有角度或 K 值的标尺，按探头标称值选择合适的标尺（右图所示，在 IIW 试块上侧可校准 60－76 度的探头，下侧可校准 74－80 度的探头，CSK-IA 试块上侧可校准 K2.0、K2.5、K3.0 的探头，下侧可校准 K1.0、K1.5 的探头。请按试块上的标定值选择用合适的校准试块及校准方法）。如图放置探头，左右移动使得反射体回波达到最高，此时入射点对应的刻度就是探头的角度或 K 值。

3、 校准材料声速 按照 1 中所述找到 R100mm 的最高反射波，调节显示范围使得屏幕上能显示该弧面的二次回波，选择闸门方式为双闸门，调节 A 闸门与一次回波相交，调节 B 闸门与二次回波相交，调节声速值使得状态行中声程测量值（S）为 100，此时得到的声速值即为该材料的实际声速值。

4、 校准探头零点 保持上面的测量状态，将闸门方式改为正或负，调节探头零点使得状态行中声程测量值（S）再次为 100，此时得到的探头零点值即为该探头的零点值。

斜探头的校准方法有很多，并不完全拘泥于用标准试块进行校准，也可以用已知深度的小孔进行校准，理论上参考反射体越小，校准的精度越高，但校准的难度也相应的加大。用小孔校准时可通过测量小孔的深度和水平位置，计算斜率来校准角度，并利用测得的深度或水平位置值校准声速和探头零点。

4.4 DAC 曲线应用方法

DAC 曲线是用于区分大小相同，但距离不同的反射体幅度的变化。正常情况下，试件内同样大小，距离不同的反射体，由于材料的衰减，波束的扩散而造成波幅的变化。DAC 曲线是用图示方式补偿材料衰减，近场影响，波束扩散和表面光洁度。正常情况下，在绘制好 DAC 曲线后，不管试件中反射体的位置如何，同样大小的反射体产生的回波峰值均在同一条曲线上。同样道理，比试件中反射体较小的反射体产生的回波会落在该曲线下面，而较大一些的会落在该曲线上面。

1、**调整显示范围** 通过翻页键及功能键<F1>选择基本功能组，调整显示范围，使 DAC 曲线标定制作时不会超出该显示范围。

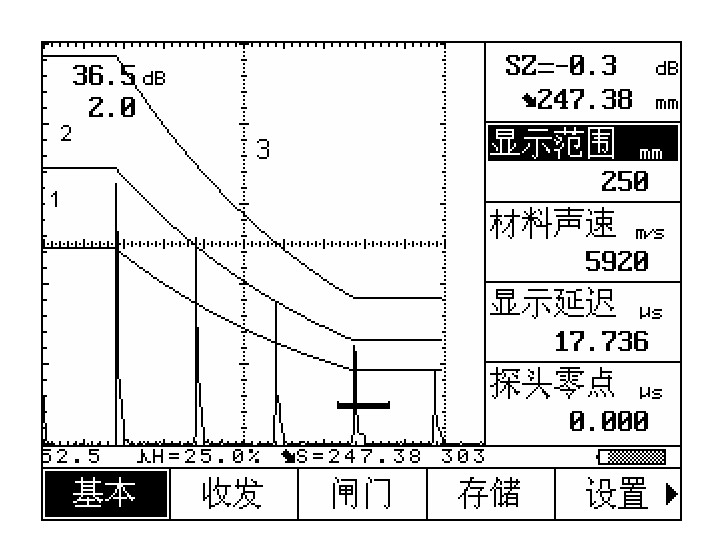
2、**制作 DAC 曲线** 进入 DAC 标定界面，按说明书 3.10.7 所述添加标定点，当添加两个标定点后，将会在仪器上自动绘制 DAC 曲线。继续添加适当数量的标定点。DAC 曲线制作完成后，保存结果并返回主界面。

3、**调节三条偏置曲线的偏置值** 通过翻页键及功能键<F2>选择 DAC 功能组，按检测标准规定调整三条偏置曲线，即 DAC 评定线、DAC 定量线、DAC 判废线的偏置值到需要的设置。

4、**表面粗糙度补偿** 通过翻页键及功能键<F2>选择 DAC 功能组，调节增益校正功能菜单，对工件表面粗糙度进行补偿，如标准中需要补偿 5dB，则将增益校正调节为-5dB，此时三条 DAC 偏置曲线将下降 5dB，用户可相应的调节仪器增益，使得仪器探伤灵敏度相应的增加 5dB。

5、**绘制好的 DAC 曲线如图：**

三条 DAC 曲线将屏幕划分为 1、2、3 三个区域，现场探伤时这三条 DAC 曲线将绘制在屏幕上，操作者可根据反射体回波高度所在的区域来直接确定缺陷性质。



6、**当量计算** 如果希望测量闸门内缺陷回波的当量值，可通过翻页键及功能键<F4>选择显示功能组，选择 A、B 或 C 显示区，将其调节为当量 SZ，然后通过翻页键及功能键<F2>选择 DAC 功能组，调节当量标准将相应的 DAC 偏置曲线作为测量的标准。

7、**DAC 曲线保存** 将制作完成的 DAC 曲线以及相关的参数设置保存到波形文件中。以便于以后使用。

8、**现场应用** 实际应用时请先选择上述制作的 DAC 曲线所在的文件，此时该文件下的 DAC 曲线将被绘制到屏幕上（如果 DAC 曲线没有被绘制，请检查 DAC 显示功能菜单是否设置为开），该文件中的参数设置同时被调入，并成为当前的探伤参数。

4.5 测量内容

使用本探伤仪进行测量需要进行如下工作：

设置好闸门的起点、闸门宽度、闸门高度以及闸门报警方式。

测量内容为：

S 声程

H(%) 闸门范围内回波高度的相对值（相对于屏高）

h 闸门范围内回波高度的绝对值（单位是像素）

d 缺陷深度

P 缺陷距探头前沿的水平距离

上面的参数含义具体参见下面的图

其中：

s： 表示声程；

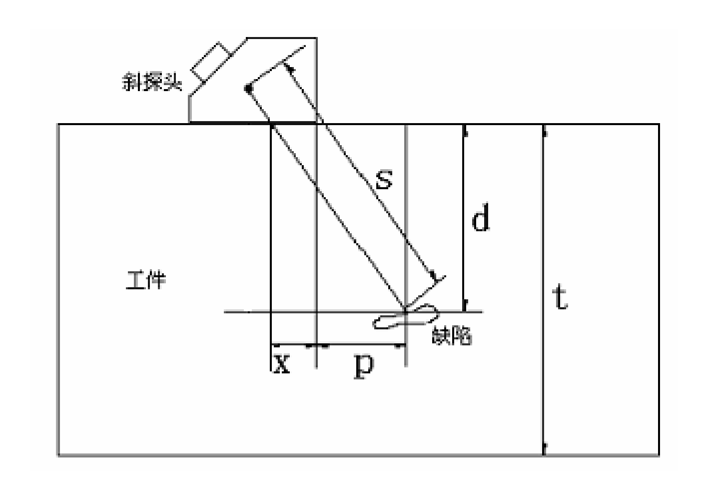
d： 表示缺陷的深度；

t： 表示工件的厚度；

x： 表示超声源到探头前沿的距离；

p： 表示缺陷距离探头前沿的水平距离；

当使用直探头时，由于 d 值与 S 值重合，因此 x、p、d、值失去意义，x 值不需要设定。



在进行测量前要注意：

包括声速、探头零点在内的仪器标定工作应完成，测量方式可选择前沿方式与峰值方式。测量的波幅为闸门内波幅最高的回波波幅。在前沿测量方式下，测量的声程为闸门内回波的前沿（回波波形曲线的上升线）处声程值。因此，选择前沿方式时，对闸门内回波波幅的测量值受到闸门高度的影响。

声程测量只有闸门开启、并且闸门在当前显示范围内时才能测量，在测量前首先选择测量方式：边沿方式、峰值方式。然后选择单双闸门方式。单闸门方式下，测量值为当前闸门内回波前沿或峰值处的声程值。双闸门方式下：测量值为起始于 A 闸门内回波终止于 B 闸门内回波之间的声程值。

第五章 仪器的通讯

本仪器具有 USB Devce 和 USB Host 通讯接口，可以实现同上位 PC 机通讯（通过 USB Device 接口），控制 USB 接口打印机（通过 USB Host 接口）打印探伤报告和厚度报告，以及对 USB 闪盘进行读写的功能。

5.1 数据通讯

在本仪器中，USB 通讯接口符合 USB1.1 full speed (12Mb/s) 通讯协议，兼容 USB2.0 接口。

注意： ***1. 将通讯线缆插头与仪器通讯插座连接或断开以前，请首先关掉仪器电源。***

2. 通讯期间，切勿自行拔除通讯电缆、移除闪盘，以及关闭 PC 机软件或者打印机，否则将导致通讯失败以致仪器不能继续工作。

3. 如果发生异常导致通讯失败，请重新启动仪器，并检查通讯连接是否可靠。

5.1.1 仪器与 PC 机通讯

USB 转接线（可选附件）的一端（DB9 接口端）连接仪器的 DB9 通讯接口，将仪器开机，然后将 USB 转接线的另一端（USB 接口端）连接至 PC 机的 USB 口。在 PC 上运行客户端软件 Data View for TUD310。通过对客户端软件的操作，仪器通过 USB 接口将其存储的图形和数据上传给 PC 机，并可以将图形和数据进行编辑、存储或打印。

5.1.2 仪器与打印机通讯

USB 打印线（可选附件）的一端连接 USB 转换插座，并将 USB 转换插座连接到仪器的 DB9 通讯接口，将仪器开机，然后将 USB 打印线的另一端连接至打印机的 USB 口。如果打印机已经处于开机状态，那么几秒钟后，仪器会发现打印机并在状态条右端显示打印机图标 ，这表示仪器与打印机之间已经成功连接，打印机已经处于准备就绪状态。如果未显示打印机图标，请断开连接并检查连接线缆和插座是否可靠，然后重新连接。连接成功后，可以通过操作仪器的相关功能项，打印探伤报告和厚度检测报告。

5.1.3 仪器与 USB 闪盘通讯

USB 转换插座（可选附件）的一端连接仪器的 DB9 通讯接口，并将仪器开机，然后将 USB 闪盘连接到 USB 转换插座的另一端（USB 接口端）。几秒钟后，仪器会发现 USB 闪盘并在状态条右端显示 USB 闪盘图

标，这表示仪器与 U 盘之间已经成功连接，U 盘已经处于准备就绪状态。如果未显示该图标，请断开连接并检查连接是否可靠，然后重新连接。连接成功后，可以通过操作仪器的相关功能项，对 USB 闪盘进行存取操作。

第六章 检测精度的影响因素及缺陷评估

请在使用 TUD310 之前阅读下列资料，了解和遵守有关要求。这对于避免导致错误探伤结果的可能的过失操作非常重要。非法操作还可能导致人身安全意外或财产损失。

6.1 使用超声探伤仪的必要条件

- 操作人员的培训
- 特殊技术测试要求与限制的知识
- 选择适当的测试设备

6.1.1 操作人员的培训

对超声检测设备的操作，要求操作人员接受过正规的探伤方法培训。正规的培训包括对下列内容的了解。例如：

- 声传播原理
- 测试材料声速的影响
- 不同材料界面声波特性
- 被检测材料中声衰减和表面状况对检测的影响

缺乏这些知识可能导致难以预见的错误探伤结果。可与有关的无损检测协会组织或我公司联系，获取关于培训超声探伤人员以及考取等级资格证的相关信息。

6.1.2 探伤技术要求

每次超声检测都要遵循具体的检测技术要求。最重要的要求有：

- 定义显示范围
- 选择适当的探伤方法
- 考虑材料性质
- 决定记录和评估的范围

6.1.3 测试范围

超声探伤获取的信号仅涉及探头声束所覆盖到被测物的部分。把从被检测部分得到的结论应用到被测物的未被检测部分时，应非常小心。这些结论一般只在具备丰富经验和由统计资料数据证明是正确的情况下才可能适用。

声束可以从被测物内的界面全部反射，因而较深处的缺陷和反射点可能仍然没有探测到。因此，确

保被测物被探测的部分都处在声束覆盖范围之内非常重要。

6.1.4 超声壁厚测量

所有的超声壁厚测量都是基于对传播时间的测量。准确的测量结果要求被测物体内的声速恒定。在由钢（甚至各种合金成分）制成的被测物体中，声速的变化非常小，这一条件通常也能实现，而只对高精度测量才有影响。在其它材料中（例如非金属或塑料），声速变化可能很大，因此影响测量精度。

6.1.5 剩余壁厚的测量

对工厂设备（例如内部受到腐蚀或侵蚀的管道、容器和各种类型的反应容器）剩余壁厚的测量，要求有一个合适的测厚仪，特别注意探头的选用和操作。检测人员应知道相应的额定剩余壁厚和可能的壁厚损耗。

6.2 影响检测精度的因素

a） 检测对象的材料
b） 温度
c） 表面粗糙度
d） 磁场
e） 附着物质
f） 缺陷的形状特征
g） 缺陷的声阻抗
h） 缺陷的表面特征（如是否光滑）
i) 探伤方法的选择

所有的超声检测缺陷定位都是基于对超声回波信号的测量。检测对象中声速是否恒定是影响检测结果精度的一个重要因素，所以要实现较高的检测精度，需要检测对象中有相对恒定的超声传播速度。

6.2.1 材料的影响

在钢这样的检测对象中，即使其中含有多种不同的合金成分，其声速也认为是基本恒定的。而在其它的许多材料中，如许多非铁金属或塑料中，超声传播速度的变化是非常显著的，因而会影响测量的精度。

如果待检测对象的材料不是各向同性的，那么在不同的方向上声速就会不同。在这种情况下必须用检测范围内的声速的平均值进行计算。平均值是通过测量声速与待测试块的平均声速相当的参考试块而获得的。

6.2.2 温度的影响

材料的声速会随着材料温度的变化而发生变化。如果仪器的校准是在温度相对较低的环境中进行的，而仪器的使用却在温度相对较高的环境中，这种情况下就会使检测结果偏离真实值。要避免温度的这种影响，方法是校准仪器前将参考试块预热，以达到跟使用环境相同的温度；或者将测量结果乘以一个温度影响因子。

6.2.3 表面粗糙度的影响

被探伤件的表面粗糙程度对探伤有影响。粗糙程度增大，影响增大。粗糙表面会引起系统误差和偶然误差，每次测量时，在不同位置上应增加测量的次数，以克服这种偶然误差。

6.2.4 附着物质的影响

探伤前必须清除附着物质，以保证仪器探头和被测试件表面直接接触。

6.2.5 磁场

周围各种电气设备所产生的强磁场，会严重地干扰探伤工作。

6.3 缺陷评估方法

目前的探伤实践中，基本上有两种不同的缺陷评价方法：

a. 如果声束的直径小于缺陷范围，那么声束可以用于探测缺陷边界，并确定它的范围。

b. 如果声束直径大于缺陷范围，缺陷最大回波响应必须与用于比较的人工缺陷最大回波响应相比较。

6.3.1 缺陷边界法

探头的声束直径越小，通过缺陷边界法确定的边界以至缺陷范围，就越准确。但是如果声束相对较宽，确定的缺陷范围可能与实际的缺陷范围明显不同。所以，应慎重选择能在缺陷位置得到足够狭窄集中声束的探头。

6.3.2 回波显示比较法

一个较小的自然缺陷反射的回波，通常小于一个人工对比缺陷（例如同样大小的圆盘缺陷）反射的回波。这是由于（例如）自然缺陷的表面较粗糙或者由于声束打到缺陷时的角度不佳造成的。如果评价自然缺陷时没有考虑到这一事实情况，就会有低估它们当量值的危险。

对于参差不齐或裂开的缺陷，例如铸件中的收缩孔，可能会出现缺陷边界表面的声散射较强，根本没有产生回波。在这种情况下，应该选择另外不同的分析方法，例如在分析中使用底面回波衰减法。

缺陷回波的距离灵敏度在对大工件的探伤中扮演了一个重要角色。在选择人工对比缺陷时要注意，这些缺陷同被评价的自然缺陷一样，可能是由同样的“距离变化规律”支配的。

超声波在任何材料中传播都会衰减，这种声衰减的速度通常非常小，例如，由细密纹理的钢制成的部件，同样也包括许多其它材料制成的小部件。但是，如果声波在材料中要传播较长的距离，高度累积的声衰减就可能产生（即使材料的衰减系数很小）。这就会造成自然缺陷回波显得太小的危险。为此，必须在评价结果中对衰减的影响作出估计，在需要的时候给予考虑。

如果被测物体表面粗糙，入射声能的一部分将在物体表面被散射，影响探测。散射越厉害，反射回波越小，评定结果时出现的误差就越大。因此，被测物体的表面状况，对回波高度的影响是重要的。

第七章 保养与维修

7.1 环境要求

严格避免碰撞、重尘、潮湿、强磁场、油污等。

严禁用具有溶解性的物质擦拭外壳。

7.2 电池充电

显示屏幕上的电池状态标志实时反映了电池电压情况。当电池电压过低时，即屏幕上的电池状态标志为欠压 [ ] 标志或者电池电压较低时，应尽快给仪器充电。

充电方法如下（开机或关机状态均可充电）：

a. 将电源适配器的电源插头插入充电插座中；

b. 将电源适配器接到 220V/50Hz 市电上，充电指示灯亮；

c. 当充电指示灯熄灭时，表明电池已经被充满。正常情况大约充电 4.5 h 即可充满。

d. 拔下充电插头，充电过程结束。

提示：1. 电源适配器的输入电压为 220V 交流，输出为 9V 直流，最大充电流约 1000mA，最长充电时间约 6h。

2. 本仪器使用锂离子蓄电池，因此，当出现欠压标志时,应及时充电，过放电对电池会有所损伤。

3. 仪器如果长期不用，请每隔一个月对仪器进行一次充电，以免过放电造成电池无法正常使用。

4. 如果电池过放电导致无法正常充电时（电池没电且充电指示灯不亮），可以将电源适配器拔下后过两分钟后再插上继续充电，多次重复此操作可使电池充电恢复正常。

5. 本仪器可以一边充电一边工作。

7.3 更换电池

本仪器使用的电池，一般工作寿命 3 年。电池失效后，用户可自行更换，方法如下：

a. 旋下主机背后的电池仓上的螺钉；

b. 拆下电池仓盖，摘下电源插头，取出失效电池；

c. 将新电池按原样连线并装上电源插头（注意正、负极不要接反）；

d. 新电池就位，装上电池，将电源插头插入电源插座，打开电源开关检查仪器工作是否正常；

e. 合好电池仓盖后旋紧螺钉。

7.4 故障排除

如果仪器出现下列不正常状况：

a. 仪器不能自动关机；

b. 不能测量；

c. 按键不工作；

d. 测量值反复无常。

请用户勿拆机自修。填妥保修卡后，请将仪器寄至我公司维修部门，执行保修条例。

如果能将出现错误的情况简单描述一下，一同寄出，我们将会非常感谢您。

7.5 安全提示

本仪器的设计符合相关的安全标准。在使用时，要满足所规定的外部环境条件，对于操作人员则要求具备相应的技术背景，以保证安全操作。在将本仪器投入使用之前，请认真阅读下面的安全提示：

注意：　1. 本仪器是用于材料检测的无损检测仪器，不允许用作医疗仪器。

2. 本仪器仅限于在实验室和工业环境中使用。

系统电源

本仪器既可以通过外部电源适配器供电，也可以由锂离子电池供电。在选择电源适配器和蓄电池时，请使用我们推荐的产品。

电池充电和更换电池请参照我们的操作步骤进行操作。

系统软件

任何软件都避免不了出现错误，但我们力争将这种错误出现的几率降到最低。本仪器的软件经过全面和严格的测试。

意外故障

当出现下面非正常情况时，表明仪器已经出现故障，请关掉仪器电源，必要时将电池取出。并将仪器送交指定的维修处进行维修。

a. 仪器遭受明显的机械性损伤（如运输过程中受到严重挤压或碰撞）；

b. 仪器键盘或屏幕显示不正常；

c. 在高温、高湿度或腐蚀性的环境中长时间存放；

附录

附录一　　用户须知

一、 用户购买本公司产品后，请认真填写《保修登记卡》并请加盖用户单位公章。请将（一）联和购机发票复印件寄回本公司用户服务部，也可购机时委托售机单位代寄。（二）联寄（留）当地分公司维修站办理登记手续。无维修站地区请用户将（一）、（二）联寄回本公司用户服务部。手续不全时，只能维修不予保修。

二、本公司产品从用户购置之日起，一年内出现质量故障（非保修件除外），请凭“保修卡”（用户留存联）或购机发票复印件与本公司各地的分公司维修站联系，维修产品、更换或退货。保修期内，不能出示保修卡或购机发票复印件，本公司按出厂日期计算保修期，期限为一年。

三、超过保修期的本公司产品出现故障，各地维修站负责售后服务、维修产品，按本公司规定核收维修费。

四、公司定型产品外的“特殊配置”（异型探头，专用软件等），按有关标准收取费用。

五、凡因用户自行拆装本公司产品、因运输、保管不当或未按“产品使用说明书”正确操作造成产品损坏，以及私自涂改保修卡，无购货凭证，本公司均不能予以保修。

附录二　　　性能指标

名称	技术数据
扫描范围（mm）	扫描范围（mm）：2.5～9999 档级：2.5,5,10,20, 30,40,50,60,70,80,90, 100,150,200, 250, 300, 350, 400, 450,500,600,700,800,900,1000,2000,3000,4000,5000，6000，7000，8000，9000，9999。 调节步距：1mm
显示延迟（μs）	显示延迟（μs）：-20～+3400 调节步距： 粗调：10 个象素单位的超声传播时间 细调：1 个象素单位的超声传播时间
探头零点（μs）	探头零点：0.0～99.99 调节步距： 粗调：1us 细调：0.0125us
材料声速（m/s）	材料声速：1000～9999 7 个固定声速：2260,2730,3080,3230,4700,5920,6300 调节步距： 1
重复发射频率（Hz）	10~1000 可调
探头阻尼（Ω）	50，100，400
工作方式	单探头（收、发），双晶探头（一收一发），透射（透射探头）
频率范围（MHz）	低频 0.2–1、中频 0.5–4 、高频 2–10 三档可选
增益调节（dB）	0～110 调节步距：0.0，0.2，0.5，1，2，6，12
线性抑制	屏高的 0%～80%，步距： 1%
检波基准	像素点数-2～2 步距： 1
垂直线性误差	垂直线性误差不大于 3%
水平线性误差	在扫描范围内，不大于 0.2%
探伤灵敏度余量	≥60dB
动态范围	≥34dB
报警	进波报警、失波报警
监视门	2 个，用粗横条表现，起点、宽度和高度可调.
显示屏	显示屏：EL 高亮度图形点阵 320×240 有 4 级亮度调节
A-Scan 显示区域	全屏或局部 A-Scan 显示冻结和解冻　A-Scan 填充

名称	技术数据
波形显示方式	正半波、负半波、全波、射频
探伤通道	32 个
距离-波幅-缺陷当量曲线	>40dB 动态范围
数据存储	最多 1024 幅 A-Scan 图形（包括仪器的设置） 最多 64000 个厚度值（320 组）
通讯接口	USB1.1 full speed, USB Device, USB Host
测量单位	mm/inch
电池	锂（Li）电池 4×3.6V 单体 2200mAh
电源适配器	输入 100 Hz -240 Hz～50 Hz /60Hz 输出 9V～12VDC/3A～4A
工作温度	-20℃～50℃
外型尺寸(mm)	约 240×175 ×85
重量（kg）	约 1.50

附录三　　　操作一览表

TUD310 的操作都是由面板按键直接触发或者几个按键组合出发实现的，下表给出了 TUD310 面板按键的具体图示和按键名称、功能。

按键图示	按键名称	功能说明	章节
	增益步长	快速设置增益步长	3.14.1
db+	增益+	以设定的增益步长增加增益值	3.14.2
db−	增益-	以设定的增益步长减少增益值	3.14.2
	翻页键	切换功能页	3.4，3.5，3.6，3.7，3.8，3.9，3.10，3.11，3.12，3.13
F1	F1 键	功能组菜单选择	3.4，3.9
F2	F2 键	功能组菜单选择	3.5，3.10
F3	F3 键	功能组菜单选择	3.6，3.11
F4	F4 键	功能组菜单选择	3.7，3.12
F5	F5 键	功能组菜单选择	3.8，3.13
	菜单键	子菜单选择等	3.4，3.5，3.6，3.7，3.8，3.9，3.10，3.11，3.12，3.13
	电源开关	开关仪器	
	确认键	与<冻结键>组合使用	3.4，3.5，3.6，3.7，3.8，3.9，3.10，3.11，3.12，3.13
	打印键	快速启动打印功能	3.14.3
	全屏键	显示全屏与正常模式切换	3.14.4
	冻结键	快速启动波形冻结功能	3.14.5
	展宽键	展宽显示波形细节	3.14.6

附录四　　接口

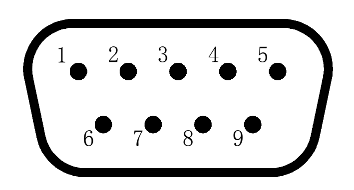
本仪器的 USB Device 和 USB Host 接口从 DB9 插座引出。DB9 插座接口信号定义如下：

接口定义

引脚号	说明	输入/输出	类型
1	D_D+	输入/输出	USB Device
2	H_D-	输入/输出	USB Host
3	H_D+	输入/输出	USB Host
4	GND	输出	
5	+5V	输出	
6	D_D-	输入/输出	USB Device
7	OUT1	输出	IO
8	OUT0	输出	
9	IN1	输入	IO

注意：　将通讯线缆与仪器 DB9 插座连接或断开以前，请首先关掉仪器电源。

DB9 接口引脚排序图如下：



DB9 引脚排序图

附录五　　名词术语

本附录列出了本说明书中所涉及到的超声无损检测的名词术语，了解这些术语所代表的确切含义，有助于更好的使用本说明书。

1. 脉冲幅度：脉冲信号的电压幅值。当采用 A 型显示时，通常为时基线到脉冲峰顶的高度。
2. 脉冲长度：以时间或周期数值表示的脉冲持续时间。
3. 分贝：两个振幅或者强度比的对数表示。
4. 声阻抗：声波的声压与质点振动速度之比，通常用介质的密度 p 和速度 c 的乘积表示。
5. 声阻抗匹配：声阻抗相当的两介质间的耦合。
6. 衰减：超声波在介质中传播时，随着传播距离的增大，声压逐渐减弱的现象。
7. 总衰减：任何形状的超声束，其特定波形的声压随传播距离的增大，由于散射、吸收和声束扩散等共同引起的减弱。
8. 衰减系数：超声波在介质中传播时，因材质散射在单位距离内声压的损失，通常以每厘米分贝表示。
9. 缺陷：尺寸、形状、取向、位置或性质对工件的有效使用会造成损害，或不满足规定验收标准要求的不连续性。
10. A 型显示：以水平基线（X 轴）表示距离或时间，用垂直于基线的偏转（Y 轴）表示幅度的一种信息表示方法。
11. 发射脉冲：为了产生超声波而加到换能器上的电脉冲。
12. 时基线：A 型显示荧光屏中表示时间或距离的水平扫描线。
13. 扫描：电子束横过探伤仪荧光屏所作同一样式的重复移动。
14. 扫描范围：荧光屏时基线上能显示的最大声程。
15. 扫描速度：荧光屏上的横轴与相应声程的比值。
16. 延时扫描：在 A 型或 B 型显示中，使时基线的起始部分不显示出来的扫描办法。
17. 水平线性：超声探伤仪荧光屏时间或距离轴上显示的信号与输入接收器的信号（通过校正的时间发生器或来自已知厚度平板的多次回波）成正比关系的程度。
18. 垂直线性：超声探伤仪荧光屏时间或距离轴上显示的信号与输入接收器的信号幅度成正比关系的程度。
19. 动态范围：在增益调节不变时，超声探伤仪荧光屏上能分辨的最大与最小反射面积波高之比。通常以分贝表示。
20. 脉冲重复频率：为了产生超声波，每秒内由脉冲发生器激励探头晶片的脉冲次数。
21. 检测频率：超声检测时所使用的超声波频率。通常为 0.4 MHz ~15MHz。
22. 回波频率：回波在时间轴上进行扩展观察所得到的峰值间隔时间的倒数。
23. 灵敏度：在超声探伤仪荧光屏上产生可辨指示的最小超声信号的一种量度。
24. 灵敏度余量：超声探伤系统中，以一定电平表示的标准缺陷探测灵敏度与最大探测灵敏度之间的差值。
25. 分辨力：超声探伤系统能够区分横向、纵向或深度方向相距最近的一定大小的两个相邻缺陷的能力。
26. 抑制：在超声探伤仪中，为了减少或消除低幅度信号（电或材料的噪声），以突出较大信号的一种控制方法。
27. 闸门：为监控探伤信号或作进一步处理而选定一段时间范围的电子学方法。
28. 衰减器：使信号电压（声压）定量改变的装置。衰减量以分贝表示。

29. 信噪比：超声信号幅度与最大背景噪声幅度之比。通常以分贝表示。
30. 阻塞：接收器在接收到发射脉冲或强脉冲信号后的瞬间引起的灵敏度降低或失灵的现象。
31. 增益：超声探伤仪接收放大器的电压放大量的对数形式。以分贝表示。
32. 距离波幅曲线（DAC）：根据规定的条件，由产生回波的已知反射体的距离、探伤仪的增益和反射体的大小，三个参量绘制的一组曲线。实际探伤时，可由测得的缺陷距离和增益值，从此曲线上估算出缺陷的当量尺寸。
33. 耦合：在探头和被检件之间起传导声波的作用。
34. 试块：用于鉴定超声检测系统特性和探伤灵敏度的样件。
35. 标准试块：材质、形状和尺寸均经主管机关或权威机构检定的试块。用于对超声检测装置或系统的性能测试及灵敏度调整。
36. 对比试块：调整超声检测系统灵敏度或比较缺陷大小的试块。一般采用与被检材料特性相似的材料制成。
37. 探头：发射或接收（或既发射又接收）超声能量的电声转换器件。该器件一般由商标、插头、外壳、背衬、压电元件、保护膜或楔块组成。
38. 直探头：进行垂直探伤用的探头，主要用于纵波探伤。
39. 斜探头：进行斜射探伤用的探头，主要用于横波探伤。

附录六　　　有关超声波探伤的国家标准和行业标准

TUD310 及本说明书涉及到的超声波探伤国家标准和行业标准有：

1、GB/T 12604.1-1990 无损检测术语 超声检测

2、JB/T 10061-1999 A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件

3、JJG 746-2004　超声探伤仪　中华人民共和国国家计量检定规程